

*Международный консорциум «Электронный университет»*

*Московский государственный университет экономики,  
статистики и информатики*

*Евразийский открытый институт*

---

**И.А. Киселева**

# **Моделирование рисковых ситуаций**

*Учебно-практическое пособие*

Москва 2007

УДК 519.86  
ББК 65.050  
К 44

*Киселева И.А.* **МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВЫХ СИТУАЦИЙ**: Учебно-практическое пособие / Евразийский открытый институт. – М.: МЭСИ, 2007. – 102 с.

Данное пособие предназначено для студентов экономических вузов. Большое внимание в нем уделено применению математических методов при принятии решений в условиях неопределенности и риска, характерных для рыночной экономики.

© Киселева И.А., 2007  
© Евразийский открытый институт, 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе .....</b>	<b>4</b>
<b>Тема 1. Риск и его измерение.....</b>	<b>7</b>
1.1. Риск и прибыль.....	8
1.2. Меры риска.....	10
<b>Тема 2. Модель оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка .....</b>	<b>15</b>
2.1. Вводные замечания.....	16
2.2. Понятие и сущность ссудного риска банка и рискованности банковского актива .....	17
2.3. Исследование показателей рискованности объекта размещения ресурсов банка.....	25
2.4. Методологические аспекты оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка. ....	49
<b>Тема 3. Стратегические игры.....</b>	<b>53</b>
3.1. Основные понятия теории стратегических игр .....	54
3.2. Смешанные стратегии .....	59
<b>Тема 4. Принятие решений в условиях неопределенности и риска .....</b>	<b>61</b>
4.1. Понятие игры с природой .....	62
4.2. Принятие решений в условиях полной неопределенности .....	64
4.3. Принятие решений в условиях риска.....	66
4.4. Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).....	67
4.4.1 Принятие решений с применением дерева решений .....	68
4.4.2 Анализ решения задач с помощью дерева решений .....	69
4.4.3 Ожидаемая ценность точной информации .....	72
<b>Задачи .....</b>	<b>73</b>
<b>Тема 5. Финансовые решения в условиях риска.....</b>	<b>81</b>
5.1. Динамические модели планирования финансов .....	82
5.2. Модель оценки банковских рисков .....	86
<b>Тесты.....</b>	<b>94</b>
<b>Список рекомендуемой литературы. ....</b>	<b>97</b>

## **Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

Цель и назначение предмета: обучение студентов использованию математических методов при принятии решений в условиях неопределенности и риска, характерных для рыночной экономики, овладение теоретическими навыками с последующим применением последних в экономике и бизнесе.

Предпосылкой изучения курса является знание студентами теории матриц и операций с векторами, понятий «вероятность», «плотность вероятностей», «частота событий», линейного программирования.

## **Задачи изучения дисциплины**

В результате изучения курса студент должен уметь:

- определять множество стратегий игроков в матричной игре;
- построить матрицу игры;
- различать матрицы выигрышей и рисков;
- мажорировать матрицы игры со стороны первого и второго игроков;
- находить оптимальные стратегии в матричной игре со стороны первого и второго игроков;
- знать сущность и основные действия в играх с природой;
- находить рациональные решения первого игрока в играх с природой;
- построить таблицу решений стратегий в условиях неопределенности и найти рациональное решение в играх с природой;
- находить методы оценки истинной стоимости информации в условиях неопределенности и риска;
- понимать недостатки метода принятия решений по критерию ожидаемой денежной оценки;
- оценивать полезность решения в условиях неопределенности и риска по Нейману – Моргенштерну;
- владеть основными методами оценки полезности и принятия решений на максимум полезности по Нейману – Моргенштерну.

В заключение курса студент должен видеть перспективу применения теории полезности в страховых и финансовых ситуациях и при разработке экспертно-обучающих систем, в других практических приложениях.

## **Содержание дисциплины**

Изучение дисциплины включает:

- курс лекций;
- практические (семинары), лабораторные занятия;
- промежуточные контрольные мероприятия;
- итоговый зачет.

**Распределение часов по темам и видам  
учебных занятий**

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Лекции	Практические занятия и семинары
1.	Риск и его измерение	2	2
2.	Модель оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка	4	4
3.	Стратегические игры	2	2
4.	Принятие решений в условиях неопределенности и риска	4	4
5.	Финансовые решения в условиях риска	4	4
Всего:		16	16



## Тема 1.

---

### Риск и его измерение

#### **Изучив данную тему, студент должен**

##### **знать:**

- основные причины и условия применения математических методов при моделировании рискованных ситуаций в экономике;
- основные определения понятий «риск» и «прибыль»;
- основные виды и особенности экономических рисков.

#### **При изучении данной темы необходимо акцентировать внимание на следующих понятиях:**

- основные причины, возможности и условия применения математических методов при моделировании рискованных ситуаций в экономике;
- показатели измерения риска, виды экономических рисков.

#### **Для самопроверки по теме 1 необходимо ответить на вопросы:**

1. Основные причины, возможности и условия применения математических методов при исследовании рискованных ситуаций в экономике.
2. Меры риска.
3. Показатели измерения рисков.
4. Классификация экономических рисков.
5. Связь между риском и прибылью финансовых операций.



Краткое  
содержание

Основные определения понятия риска в экономической, финансовой и страховой деятельности. Основные виды и особенности банковских рисков. Понятие и сущность ссудного риска банка и рискованности банковского актива. Классификация показателей рискованности объекта размещения ресурсов банка. Модель оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка. Методика оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка. Метод агрегации. Ранговый метод.

### Цели и задачи изучения темы:

познакомить студента с основными причинами, возможностями и условиями применения математических методов при моделировании рискованных ситуаций в экономике.

## 1.1. Риск и прибыль

Любая сфера человеческой деятельности, в особенности экономика или бизнес, связана с принятием решений в условиях неполноты информации. Источники неопределенности могут быть самые разнообразные: нестабильность экономической и/или политической ситуации, неопределенность действий партнеров по бизнесу, случайные факторы, т.е. большое число обстоятельств, учесть которые не представляется возможным (например, погодные условия, неопределенность спроса на товары, не абсолютная надежность процессов производства, неточность информации и др.). Экономические решения с учетом перечисленных и множества других неопределенных факторов принимаются в рамках так называемой теории принятия решений – аналитического подхода к выбору наилучшего действия (альтернативы) или последовательности действий. В зависимости от степени определенности возможных исходов или последствий различных действий, с которыми сталкивается лицо, принимающее решение (ЛПР), в теории принятия решений рассматриваются три типа моделей:

- выбор решений в условиях определенности, если относительно каждого действия известно, что оно неизменно приводит к некоторому конкретному исходу;
- выбор решения при риске, если каждое действие приводит к одному из множества возможных частных исходов, причем каждый исход имеет вычисляемую или экспертно оцениваемую вероятность появления. Предполагается, что ЛПР эти вероятности известны или их можно определить путем экспертных оценок;
- выбор решений при неопределенности, когда то или иное действие или несколько действий имеют своим следствием множество частных исходов, но их вероятности совершенно не известны или не имеют смысла.

Проблема риска и прибыли – одна из ключевых в экономической деятельности, в частности, в управлении производством и финансами.



Определение

Под **риском** принято понимать вероятность (угрозу) потери лицом или организацией части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов в результате осуществления определенной производственной и финансовой политики.

Различают следующие **виды рисков**:

- *производственный*, связанный с возможностью невыполнения фирмой своих обязательств перед заказчиком;
- *кредитный*, обусловленный возможностью невыполнения фирмой своих финансовых обязательств перед инвестором;

- *процентный*, возникающий вследствие непредвиденного изменения процентных ставок;
- *риск ликвидности*, обусловленный неожиданным изменением кредитных и депозитных потоков;
- *инвестиционный*, вызванный возможным обесцениванием инвестиционно-финансового портфеля, состоящего из собственных и приобретенных ценных бумаг;
- *рыночный*, связанный с вероятным колебанием рыночных процентных ставок как собственной национальной денежной единицы, так и зарубежных курсов валют.

Риск подразделяется на динамический и статический. *Динамический риск* связан с возникновением непредвиденных изменений стоимости основного капитала вследствие принятия управленческих решений, а также рыночных или политических обстоятельств. Такие изменения могут привести как к потерям, так и к дополнительным доходам.

*Статический риск* обусловлен возможностью потерь реальных активов вследствие нанесения ущерба собственности и потерь дохода из-за недееспособности организации.

Все участники проекта заинтересованы в том, чтобы не допустить возможность полного провала проекта или хотя бы избежать убытка. В условиях нестабильной, быстро меняющейся ситуации необходимо учитывать все возможные последствия от действий конкурентов, а также изменения конъюнктуры рынка. Поэтому основное назначение анализа риска состоит в том, чтобы обеспечить партнеров информацией, необходимой для принятия решений о целесообразности участия в некотором проекте, и предусмотреть меры по защите от возможных финансовых потерь.

При анализе риска могут использоваться следующие условия или предположения:

- потери от риска не зависят друг от друга;
- потери по одному из некоторого перечня рисков не обязательно увеличивают вероятность потерь по другим;
- максимально возможный ущерб не должен превышать финансовых возможностей участников проекта.

Все факторы, влияющие на рост степени риска в проекте, можно условно разделить на объективные и субъективные. *Объективные факторы* непосредственно не зависят от самой фирмы: это инфляция, конкуренция, анархия, политические и экономические кризисы, экология, налоги и т.д. *Субъективные факторы* непосредственно характеризуют данную фирму: это производственный потенциал, техническое оснащение, уровень производительности труда, проводимая финансовая, техническая и производственная политика, в частности выбор типа контракта между инвестором и заказчиком. Последний фактор играет особо важную роль для фирмы, поскольку от типа контракта зависят степень риска и величина вознаграждения по окончании проекта.

Исследование риска целесообразно проводить в следующей последовательности:

- выявление объективных и субъективных факторов, влияющих на конкретный вид риска;
- анализ выявленных факторов;
- оценка конкретного вида риска с финансовых позиций, определяющая либо финансовую состоятельность проекта, либо его экономическую целесообразность;
- установка допустимого уровня риска;
- анализ отдельных операций по выбранному уровню риска;
- разработка мероприятий по снижению риска.

Финансирование проекта, являясь одним из наиболее важных условий обеспечения эффективности его выполнения, должно быть нацелено на обеспечение потока ин-

вестиций для планомерного выполнения проекта, на снижение капитальных затрат и риска проекта за счет оптимальной структуры инвестиций и получения налоговых преимуществ. В плане финансирования проекта должны учитываться следующие виды рисков:

- риск нежизнеспособности проекта;
- налоговый риск;
- риск неуплаты задолженностей;
- риск незавершения строительства.

Высокая степень риска проекта приводит к необходимости поиска путей искусственного снижения его (риска) возможных последствий на состояние фирмы.

В существующей практике применяются главным образом четыре основных способа управления риском: распределение риска между всеми участниками проекта (передача части риска соисполнителям), страхование, резервирование средств на покрытие непредвиденных расходов и диверсификация.

Анализ рисков подразделяется на два взаимно дополняющих друг друга вида: *качественный*, главная задача которого состоит в определении факторов риска и обстоятельств, приводящих к рисковому ситуациям, и *количественный*, позволяющий вычислить размеры отдельных рисков и риска проекта в целом.

## 1.2. Меры риска

Наиболее распространена точка зрения, согласно которой *мерой риска* некоторого коммерческого (финансового) решения или операции следует считать среднее квадратичное отклонение (положительный квадратный корень из дисперсии) значения показателя эффективности этого решения или операции. Действительно, поскольку риск обусловлен недетерминированностью исхода решения (операции), то, чем меньше разброс (дисперсия) результата решения, тем более он предсказуем, т.е. меньше риск. Если вариация (дисперсия) результата равна нулю, риск полностью отсутствует. Например, в условиях стабильной экономики операции с государственными ценными бумагами считаются безрисковыми.

Чаще всего показателем эффективности финансового решения (операции) служит прибыль.

Рассмотрим в качестве иллюстрации выбор некоторым лицом одного из двух вариантов инвестиций в условиях риска. Пусть имеются два проекта  $A$  и  $B$ , в которые указанное лицо может вложить средства. Проект  $A$  в определенный момент в будущем обеспечивает случайную величину прибыли. Предположим, что ее среднее ожидаемое значение, математическое ожидание, равно  $m_A$  с дисперсией  $S_A^2$ . Для проекта  $B$  эти числовые характеристики прибыли как случайной величины предполагаются равными соответственно  $m_B$  и  $S_B^2$ . Средние квадратичные отклонения равны соответственно  $S_A$  и  $S_B$ .

Возможны следующие случаи:

- a)  $m_A = m_B$ ,  $S_A < S_B$ , следует выбрать проект  $A$ ;
- b)  $m_A > m_B$ ,  $S_A < S_B$ , следует выбрать проект  $A$ ;
- c)  $m_A > m_B$ ,  $S_A = S_B$ , следует выбрать проект  $A$ ;
- d)  $m_A > m_B$ ,  $S_A > S_B$ ;
- e)  $m_A < m_B$ ,  $S_A < S_B$ .

В последних двух случаях решение о выборе проекта  $A$  или  $B$  зависит от отношения к риску ЛПР. В частности, в случае d проект  $A$  обеспечивает более высокую среднюю прибыль, однако он и более рискован. Выбор при этом определяется тем, какой дополни-

тельной величиной средней прибыли компенсируется для ЛПР заданное увеличение риска. В случае  $e$  для проекта  $A$  риск меньший, но и ожидаемая прибыль меньшая. Субъективное отношение к риску учитывается в теории Неймана – Моргенштерна.

**Пример.** Пусть имеются два инвестиционных проекта. Первый с вероятностью 0,6 обеспечивает прибыль 15 млн руб., однако с вероятностью 0,4 можно потерять 5,5 млн руб. Для второго проекта с вероятностью 0,8 можно получить прибыль 10 млн руб. и с вероятностью 0,2 потерять 6 млн руб. Какой проект выбрать?

**Решение.** Оба проекта имеют одинаковую среднюю прибыльность, равную 6,8 млн руб. ( $0,6 \times 15 + 0,4(-5,5) = 0,8 \times 10 + 0,2(-6) = 6,8$ ). Однако среднее квадратичное отклонение прибыли для первого проекта равно 10,04 млн руб. ( $[(0,6(15 - 6,8)^2 + 0,4(-5,5 - 6,8)^2)]^{1/2} = 10,04$ ), а для второго – 6,4 млн руб. ( $[(0,8(10 - 6,8)^2 + 0,2(-6 - 6,8)^2)]^{1/2} = 6,4$ ), поэтому более предпочтителен второй проект.

Хотя среднее квадратичное отклонение эффективности решения и используется часто в качестве меры риска, оно не совсем точно отражает реальность. Возможны ситуации, при которых варианты обеспечивают приблизительно одинаковую среднюю прибыль и имеют одинаковые средние квадратичные отклонения прибыли, однако не являются в равной мере рискованными. Действительно, если под риском понимать риск разорения, то величина риска должна зависеть от величины исходного капитала ЛПР или фирмы, которую он представляет. Теория Неймана – Моргенштерна это обстоятельство учитывает.

На рис. 1 рассмотрен случай выбора из более чем двух вариантов инвестиций. Характеристики вариантов показаны точками на плоскости  $(m, S)$ , где  $m$  – средняя прибыль, получаемая в результате инвестиции, а  $S$  – среднее квадратичное отклонение прибыли.

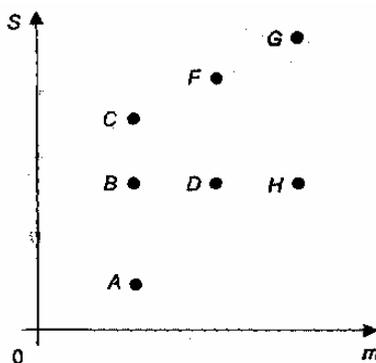


Рис. 1. Варианты выбора инвестиций

Из рис. 1 видно, что среди вариантов  $A, B$  и  $C$  наиболее предпочтителен  $A$ . Из вариантов  $B, D$  и  $H$  следовало бы выбрать  $H$ . Вариант  $H$  лучше вариантов  $C$  и  $F$ . Однако сравнительная предпочтительность, например, вариантов  $A, D, F$  и  $G$ , зависит от склонности ЛПР к риску.

**Задача.** Акционерному обществу предлагаются два рискованных проекта.

	Проект 1			Проект 2		
Вероятность события	0,2	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4
Наличные поступления, млн руб.	40	50	60	0	50	100

Учитывая, что фирма имеет долг в 80 млн руб., какой должны выбрать акционеры и почему?

**Решение.** Для оценки эффективности рассматриваемых инвестиционных проектов (см. рис. 1) вычислим математические ожидания  $M_{\xi_1}$ ,  $M_{\xi_2}$  и среднеквадратичные отклонения  $\delta_{\xi_1}$  и  $\delta_{\xi_2}$  для проектов 1 и 2.

$$\text{Проект 1: } M_{\xi_1} = 40 \times 0,2 + 50 \times 0,6 + 60 \times 0,2 = 50 \text{ млн руб.}$$

$$\text{Проект 2: } M_{\xi_2} = 0 \times 0,4 + 50 \times 0,2 + 100 \times 0,4 = 50 \text{ млн руб.}$$

Как видно из вычислений, математические ожидания для обоих проектов оказываются равными. Посчитаем далее и посмотрим, может быть, при выборе проекта решающим (согласно рис. 1) окажутся среднеквадратичные отклонения  $\delta_{\xi_1}$  и  $\delta_{\xi_2}$  (в отличие от рис. 1 вместо  $S_1$   $S_2$  будем их обозначать  $\delta_{\xi_1}$  и  $\delta_{\xi_2}$ , поскольку для студентов такие обозначения более привычны).

Итак, среднеквадратичные отклонения для этих проектов соответственно равны:

$$\begin{aligned} \delta_{\xi_1} &= [M(\xi_1 - M_{\xi_1})^2]^{1/2} = [0,2(40 - 50)^2 + 0,6(50 - 50)^2 + 0,2(60 - 50)^2]^{1/2} = \\ &= (20 + 0 + 20)^{1/2} = \sqrt{40} = 6,324 \end{aligned}$$

$$\delta_{\xi_2} = [M(\xi_2 - M_{\xi_2})^2]^{1/2} = [0,4(0 - 50)^2 + 0,2(50 - 50)^2 + 0,4(100 - 50)^2]^{1/2} = \sqrt{2000} = 44,72$$

По результатам расчета коэффициентов вариабельности  $v_1 = \frac{6,324}{50} = 0,126$  и  $v_2 = \frac{44,72}{50} = 0,894$  согласно случаю а) следует выбрать проект 1, ибо при равных математических ожиданиях для обоих этих проектов ( $M_{\xi_1} = M_{\xi_2} = 50$ ) среднеквадратичное отклонение для проекта 1 ( $\delta_{\xi_1} = 6,324$ ), по сравнению с аналогичным показателем для проекта 2 ( $\delta_{\xi_2} = 44,72$ ), более чем в 7 раз меньше  $\left(\frac{0,894}{0,126} = 7,09\right)$ . Другими словами, проект 1 при средней прибыльности, равной 50, обладает более чем в 7 раз меньшей вариабельностью, т.е. рисковостью.

Казалось бы, без сомнений следует принимать проект 1.

Однако не следует терять из виду представленное в условии задачи указание, что фирма имеет фиксированные платежи по долгам 80 млн руб., и этот факт может изменить решение на противоположное. Действительно, в теории вероятностей и математической статистике известна центральная предельная теорема А.М. Ляпунова, породившая так называемое нормальное распределение, которое, как нигде, распространено в статистике, а также в технике и других приложениях.

В частности, если предположить, что доходность  $P_r$  по проектам 1 и 2, распределенная по нормальному закону, а основанием для этого является указанная предельная теорема, то с вероятностью 0,997 (практически достоверно) возможные значения выигрышей и платежей по проектам 1 и 2 соответственно окажутся в диапазонах  $M_{\xi} \pm 3\delta_{\xi}$ , а именно:

$$\text{Проект 1: } P_r = 50 \pm 3 \cdot 6,324; \quad 31,03 < P_r < 68,97.$$

$$\text{Проект 2: } P_r = 50 \pm 3 \cdot 44,72; \quad -84,16 < P_r < 184,16.$$

Итак, при выборе существенно менее рискового проекта 1 акционерное общество может в большей степени преуменьшить свой долг в 80 млн руб., но без дополнительных финансовых источников (а условием задачи они не предусмотрены) от долгов АО полностью не освободится.

Сильно рискуя, при принятии проекта 2 АО (если повезет) может полностью освободиться от долгов, получив при этом еще и не малую прибыль. При неудаче АО ожидает банкротство. Другие варианты возможных соглашений об отсрочке долгов условиями задачи не предусматриваются.

**Выводы.** При реализации низкорискового проекта 1 АО все равно с долгами не в состоянии расплатиться, хотя их можно преуменьшить (если это что-то даст). Вынужденное рисковать при принятии проекта 2, АО, если сильно повезет, сразу может решить финансовые проблемы, получив при этом прибыль. При неудаче оно – банкрот. Таким образом, принимая рисковый проект 2, можно оказаться в рисковомой ситуации («или пан, или пропал»), тогда как выбрав безрисковый проект 1, от долгов не уйти ни при каких обстоятельствах.



## Тема 2.

---

### **Модель оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка**

**Изучив данную тему, студент должен**

**знать:**

- основные определения понятия риска в экономической, финансовой и страховой деятельности;
- основные виды и особенности банковских рисков;
- принципы классификации показателей рискованности объекта размещения ресурсов банка;
- что такое теория управления рисками.

**уметь:**

- учитывать условия для определения ссудного риска;
- агрегировать уравнения МОБ.

**При изучении данной темы необходимо акцентировать внимание на следующих понятиях:**

- рынок ссудных капиталов;
- ссудный риска банка;
- рискованность банковского актива, модель оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка;
- практические алгоритмы реализации методики оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка.

**Для самопроверки по теме 2 необходимо ответить на вопросы:**

1. Основные определения понятия риска в экономической, финансовой и страховой деятельности.
2. Основные виды и особенности банковских рисков.
3. Понятие и сущность ссудного риска банка и рискованности банковского актива.
4. Классификация показателей рискованности объекта размещения ресурсов банка.
5. Модель оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка.
6. Методика оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка.
7. Метод агрегации.
8. Ранговый метод.



Основные причины, возможности и условия применения математических методов при исследовании рискованных ситуаций в экономике. Меры риска. Показатели измерения рисков. Классификация экономических рисков. Связь между риском и прибылью финансовых операций.

### Цели и задачи изучения темы:

познакомить студента с теоретическими и методологическими проблемами разработки банковской технологии оценки риска невозврата размещенных ресурсов (активов) банка, определяемого показателями объекта размещения.

## 2.1. Вводные замечания

В данной теме мы исследуем теоретические и методологические проблемы разработки банковской технологии оценки риска невозврата размещенных ресурсов (активов) банка, определяемого показателями объекта размещения.



Определение

**Рынок ссудных капиталов** – такая же неотъемлемая часть рыночной экономики, как и рынок товаров и услуг либо рынок труда.

Только тогда, когда часть промышленного капитала не вкладывается в производство там же, где образовался капитал, но обособляется и передается в другое производство, создаются условия для расширенного воспроизводства в масштабах общества. Для подтверждения этой точки зрения нет необходимости ссылаться на авторитеты: она достаточно очевидна для обладающих хоть каким-то экономическим знанием.

Составляющими рынка ссудных капиталов являются:

**1. Денежный рынок**, или совокупность экономических отношений, связанных с краткосрочной передачей ссудных капиталов (краткосрочными вложениями).

**2. Рынок капиталов**, или совокупность экономических отношений, связанных с долгосрочной передачей ссудных капиталов.

Не умаляя значения денежного рынка для обеспечения всех процессов производства, потребления и воспроизводства, мы должны отчетливо представлять особую роль рынка капиталов в обеспечении процессов расширенного воспроизводства. Только долгосрочная передача ссудных капиталов обеспечивает этим процессам должные финансовые условия.

Основными формами движения на рынке капиталов являются (следуя институциональной структуре рынка ссудных капиталов):

**1. Долгосрочные кредиты.**

**2. Долгосрочные вложения в ценные бумаги.**

В настоящее время в России ни та, ни другая формы не развиты. Доля долгосрочных кредитов в общем объеме кредитов, предоставленных российским хозяйствующим субъектам в 1997 году, составила 3 – 4%, что на порядок меньше того, что необходимо экономике страны [25]. Основную массу кредитов составляют 2 – 3-х месячные [51]. В балансах ведущей «десятки» российских банков 1996 года доля «длинных» кредитов составляла всего 0,04% [70]. Имеются данные, косвенно свидетельствующие о не увеличении, по меньшей мере, этой доли в 1997 году [25].

Не лучше ситуация с инвестициями в негосударственные ценные бумаги (ИНЦБ). Удельный вес ИНЦБ в активах российских банков в первом полугодии 1997 года – перио-

де расцвета российского фондового рынка по большинству показателей – составляла всего 8% [29]. Удельный вес иностранных инвестиций в общем объеме ИИЦБ в 1997 году составлял всего 2,4% [25]. События последних месяцев – глубокая депрессия на рынке корпоративных ценных бумаг – показали, что в ИИЦБ преобладают портфельные, служащие целям краткосрочных спекулятивных операций, и незначительна роль прямых вложений (следуя классификации [77. С. 21]).

Анализ статистических данных, регулярно публикуемых в российской финансовой прессе, показывает, почему в России не развит рынок капиталов, почему инвестиции не идут в реальный сектор экономики, почему иностранцы не вкладывают деньги в российскую экономику:

1. Немалые средства перетягивает на себя рынок государственных ценных бумаг.
2. Низкая рентабельность российских предприятий.
3. Неудачная система налогообложения.
4. Высокая рискованность вложений в российские объекты инвестиций.

На примере иностранных инвестиций в России легко показать, что главенствующими являются первый и последний факторы.

В марте 1998 года на рынке ГКО от 27% до 30% средств вкладывались нерезидентами (по некоторым данным – до 50% [71]). Доля средств нерезидентов в российских межбанковских кредитах увеличилась к началу 1998 года до 60% [71], т.е. на низкорискованном рынке иностранцы присутствуют.

По объемам иностранных инвестиций, накопленных в России, самыми привлекательными для иностранцев являлись сферы финансово-кредитной деятельности, страховой и пенсионного обеспечения – 24% от общего объема иностранных вложений [44. С. 17].

Система налогообложения едина – со всеми своими недостатками – для всей России, в том числе и для Москвы. Однако более 80% от всего объема официальных иностранных инвестиций приходится на Москву [25], предприятия которой представляются нерезидентам менее рискованными объектами вложений, чем в других регионах России.

Таким образом, риск невозврата вложенных средств является важнейшим фактором, сдерживающим активность потенциальных инвесторов – в частности, банков – в реальном секторе российской экономики.

В свою очередь, важнейшим фактором, определяющим риск невозврата вложенных средств, является сам объект вложений (включая его местоположение).

Следовательно, отработанная отечественными банками технология оценки рискованности объектов вложений позволила бы решать проблемы управления банковскими рисками, связанными с инвестициями в реальный сектор, и, следовательно, способствовала бы увеличению объема этих вложений.

Поэтому, поставленные в работе задачи, решение которых должно служить разработке указанной технологии, нам представляются весьма актуальными и интересными для исследования.

## **2.2. Понятие и сущность ссудного риска банка и рискованности банковского актива**

Существует множество интерпретаций понятия «риск» в финансовой деятельности. Чаще всего риск объясняется как «опасность потерь» ([9. С. 207], [12. С. 185], [98. С. 41]). Однако эта интерпретация слишком очевидна – настолько, что авторы всех публикаций пользуются ею вне зависимости от того, как звучит у них «официальное» определение риска. Кроме того, эта интерпретация не снимает **вопроса об измерении** риска.

Еще более его усложняет определение риска, приведенное в [12. С. 185]:

«Риск – это отношение инвестора к возможности заработать или потерять деньги».

Т.е. риск здесь – субъективная величина, которую не измерить.

Пытаясь решить проблему измерения риска, многие авторы определяют его как «вероятность потерь». Например, в [76] о риске говорится как о «вероятности неблагоприятного исхода финансовой операции».

В [105] риск операции коммерческого банка определяется как «вероятность потери его оборотных активов и образования убытков».

В [102. С. 239] дается схожее определение риска: «Риск – это вероятность возникновения потерь, убытков, недопоступлений планируемых доходов, прибыли».

Таким образом, в повседневной жизни под риском обычно понимают возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой возникновение различного рода материальных, либо моральных потерь (получение физической травмы, утрата имущества, ущерб от стихийного бедствия и т.д.). Как правило, признаки и последствия таких событий известны по прецеденту.

Исследование показывает, что в настоящее время существует множество определений риска, раскрывающих ее сущность с позиции различных наук. По-разному трактуется риск и в экономических науках. Например, в экономической теории риск принято рассматривать как своего рода «отрицательный» продукт, который может быть объектом свободной купли – продажи [7, 129]. Как уже отмечалось в первой главе исследования, перераспределение рисков между участниками хозяйственной деятельности осуществляется с помощью различных финансовых инструментов. При этом одни участники страхуют себя от риска, диверсифицируя и хеджируя свои портфели, другие покупают риск, стремясь обеспечить себе более высокую доходность.

В страховании под риском обычно понимают «гипотетическую возможность наступления ущерба (страхового случая)» [129. С. 12].

В финансовой теории риск чаще всего рассматривается как неопределенность в предсказании результата проведения операции, возможности его отклонения от ожидаемого или планируемого значения. Различные определения финансового риска можно найти в работах А.П. Альгина, И.Т. Балабанова, В.В. Ковалева и др. [1, 7, 55], а также в трудах зарубежных ученых [28, 112, 115, 118, 123].

В целом общепризнанно, что существование риска связано с наличием неопределенности, которая неоднородна как по форме, так и по содержанию. На бытовом уровне эти два понятия часто отождествляются.

Анализ показывает, что такое отождествление можно встретить и в финансовой литературе [8, 55, 102]. Однако, несмотря на существование тесной взаимосвязи между этими категориями, их отождествление, на наш взгляд, совершенно недопустимо как с теоретической, так и практической точек зрения, поскольку оно предполагает идентичность методов оценки и принятия решений. Для более детального исследования этого сложного вопроса целесообразно использовать системный подход.

В кибернетике неопределенность интерпретируется как неудача (неуспех) предсказать поведение некоторой системы на базе ее предполагаемых законов и доступной информации о начальном состоянии. Таким образом, неопределенность ситуации – это, прежде всего, информационная неопределенность, например, отсутствие информации о возможных состояниях системы, о внешней среде и т.д.

Выделяют два класса источников информационной неопределенности: ее избыток и дефицит. Дефицит информации может порождаться ее недостоверностью, противоречивостью, искажением, невозможностью четкой интерпретации. Избыток информации порождается ее большими объемами и наличием «шума».

Считается, что частичное (либо полное) отсутствие или избыток информации в задачах принятия решений могут порождать следующие типы неопределенности [56]:

- неопределенность состояний внешней среды;
- неопределенность целей;
- неопределенность действий.

На наш взгляд, при проведении финансовых операций важнейшим следствием информационной неопределенности является также и временная неопределенность (т.е. продолжительности операции; времени поступления информационного сигнала – например, времени покупки/продажи актива; изменения характеристик потоков платежей).

В условиях неопределенности субъект может приступить к действию, отсрочить действие, либо вообще отказаться от его реализации.

В отличие от неопределенности, риск возникает только в тех ситуациях, когда субъект принимает решение действовать. Будучи неразрывно связан с действием, риск, по сути, является некоторой прогностической оценкой возможности или последствий его осуществления. Очевидно, что подобная оценка должна предвещать действие.

Исследования взаимосвязи риска и неопределенности в экономике имеют давнюю историю и представляют немалый интерес. Значительный вклад в решение данной проблемы внесли А. Тюнен, И. Шумпетер, Д. Кейнс, Ф. Найт, Дж. фон Нейман, К. Эрроу и др.

И. Шумпетер связывал предпринимательскую деятельность с так называемой «динамической неопределенностью», порождаемой непрерывным развитием «хозяйственно-политической» среды и научно-технического прогресса. Шумпетер фактически указал основные факторы, оказывающие непосредственное влияние на результаты предпринимательской деятельности – время и риск.

В работе А. Тюнена «Изолированное государство» (1850) вознаграждение предпринимателя рассматривается как доход за принятие на себя тех рисков, которые из-за их непредсказуемости не покроеет ни одна страховая компания [19].

Классическая концепция взаимосвязи риска и неопределенности была сформулирована Ф. Найтом (1921) в его работе «Риск, неопределенность и прибыль» [4]. Развивая взгляды А. Тюнена, он впервые сделал попытку провести различие между категориями «риск» и «неопределенность» с точки зрения возможности их количественной оценки.

Согласно концепции Найта, риск – это измеримая неопределенность, предприниматель может «предвидеть» или «угадать» некоторые основные параметры (результаты, условия) своего дела в будущем.

С точки зрения современного количественного анализа это означает, что распределение ассоциируемой с риском случайной величины известно или может быть каким-то образом определено (задано). Способ выявления вероятностей может быть относительно простым (например, по прецеденту, путем использования известного закона распределения и т.д.), или достаточно сложным, когда ситуацию приходится описывать в плохо определенных терминах, например, с помощью лингвистических переменных.

Соответственно, неопределенность связана с отсутствием какого-либо способа сформировать соответствующее распределение вероятностей и не поддается объективному или субъективному измерению.

Несмотря на условность подобных формулировок, подход Ф. Найта определяет математическую базу для количественного измерения и моделирования рисков, которой является аппарат теории вероятностей. Интересно, что согласно выводам Найта, «необходима специализация некоторых людей на принятии решений в условиях риска и неопределенности, а также создание крупных фирм, объединяющих индивидуальные капиталы, которые могут нанять способного к «предвидению» менеджера. Таким образом, Найт фактически выдвинул идею создания науки об управлении рисками, а также фон-

дов коллективного инвестирования, современным воплощением которых являются взаимные (паевые) фонды.

Развитие подходов Ф. Найта в области численной оценки рисков нашло свое продолжение в теории рационального выбора (Дж. фон-Нейман, О. Моргенштерн) и теории оценки предпочтения состояний (state-preference theory), предложенной К. Эрроу, которые играют важнейшую роль при моделировании финансовых рынков.

Неопределенность здесь описывается как конечное множество взаимоисключающих состояний  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ . При этом делаются следующие допущения:

- предполагается, что каждому из возможных состояний  $s_i$ , может быть приписана его вероятностная оценка  $p(s_i)$ ;
- реализация конкретного состояния полностью определяет значения всех экзогенных переменных;
- субъект способен ранжировать свои предпочтения в зависимости от вероятностных оценок.

В простейшем случае исход любого состояния считается равновероятным. Таким образом, риск является оценкой конкретной реализации неопределенности (состояния). Из вышеизложенного следует:

- 1) риск – это конкретная реализация внешнего по отношению к субъекту (инвестору) состояния «реального мира»;
- 2) неблагоприятный исход не достоверен, но и не невозможен:  
 $0 < p(s_i) < 1$  (так как при  $p(s_i) = 0$  событие невозможно, при  $p(s_i) = 1$  событие достоверно).

Проведенный анализ позволяет сформулировать основные направления исследования проблемы оценки риска в банковской сфере, которые в общем случае включают:

- определение источников (факторов) неопределенности;
- разработку механизмов выявления степени достоверности возможных (предполагаемых) результатов действия;
- построение оценочных критериев, на основании которых будут приниматься решения и процедур контроля их уровня.

Многообразие и сложность экономических отношений между хозяйствующими субъектами в условиях рынка определяют возможность возникновения различных видов риска. Следует отметить, что в отечественной литературе окончательная классификация рисков еще не сложилась, несмотря на отдельные разработки.

В [78. С. 55] приводится более развернутое определение риска:

«Банковский риск есть ситуативная характеристика деятельности любого банка, отображающая неблагоприятные последствия в случае неудачи. Он выражается вероятностью, точнее угрозой получения отрицательных финансовых результатов». Здесь, как видим, автору показалось, что «угроза» лучше характеризует риск, чем «вероятность».

Еще Дж. М. Кейнс, известный экономист и математик, говорил что вероятность для многих ученых (не математиков) «имеет привкус астрологии или алхимии» [61. С. 8].

Видимо поэтому в [80] слово «вероятность» избегается, но, по сути, говорится о том же: «Риск – множество возможных значений доходов, полученных от реализации конкретного инвестиционного проекта».

Приведенное выше высказывание Кейнса было сделано еще в 1920 году, однако до сих пор в подавляющем большинстве экономических публикаций наблюдается путаница понятий объективного и субъективного, большое количество несоответствий в различных интерпретациях риска и попытках его измерения на базе понятия вероятности.

Между тем теория вероятностей уже более столетия является математической дисциплиной (с появлением эпохальной работы А. Н. Колмогорова [58] в 1933 году это нигде в мире не подвергается сомнению), а вероятность – математическим понятием, объективной числовой безразмерной характеристикой случайного, принимающей значения на отрезке  $[0,1]$ .

Уже поэтому риск не может быть «вероятностью потерь», так как любой экономист знает: с ростом объема вложений растет и риск.

Наиболее удачное, на наш взгляд, определение риска приведено в [9. С. 208]: **«Банковский риск – это стоимостное выражение вероятностного события, ведущего к потерям».**

Определение является удачным потому, что позволяет переформулировать многие положения экономических публикаций, посвященных риску, таким образом, что они избавляются от противоречий и становятся понятнее. Особенно заметна необходимость таких переформулировок в тех публикациях, где пытаются применять математические методы оценки риска.

Вместе с тем математические методы применяются только в том случае, когда четко сформулирована экономическая проблема, ясно определены исходные понятия, что, как правило, не делается.

Существует множество классификаций банковских рисков. Наиболее часто в экономической литературе фигурируют следующие виды рисков ([9. С. 208], [12. С. 185]) :

- кредитный риск;
- валютный риск;
- процентный риск;
- инвестиционный (портфельный) риск;
- риск упущенной выгоды;
- риск банковских злоупотреблений.

(Достаточно полное и систематизированное описание банковских рисков приведено в [9. С. 207–233], [78. С. 55–70]).

Нас будет интересовать только **банковский риск невозврата размещенных ресурсов**, под которым будем понимать:

- риск невозврата конкретным заемщиком предоставленных кредитов и (или) процентов по ним;
- риск потерь по вложениям в ценные бумаги конкретного эмитента;
- риск по предоставленным гарантиям в пользу конкретного принципала (предоставление гарантий банком будем рассматривать как одну из форм размещения ресурсов банка);
- риск невозврата при других формах движения на рынке капитала, генерируемых банком в пользу конкретного клиента (например, лизинг).

**Риск невозврата размещенных ресурсов банка** будем называть **ссудным риском**.

Легко заметить, что ссудный риск – понятие более широкое, чем кредитный риск. По сути, это риск потерь банка при проведении какой-либо активной операции. Иными словами, ссудный риск – это риск потери (полной или частичной) какого-либо актива банка.

Таким образом, наша **проблема – оценка ссудного риска банка**.

Для оценки ссудного риска необходимо дать формальное определение этого понятия, а также сопутствующих понятий.

Предпосылки (условия) для формального определения ссудного риска следующие:

- риск – стоимостное выражение вероятностных потерь;
- если вероятность потерь равна нулю, риск также равен нулю;

- если вероятность потерь равна единице, риск равен объему актива;
- риск растет вместе с ростом объема актива;
- риск растет вместе с ростом срока вложения;
- риск определяется не только объемом актива, сроком и условиями вложения, но зависит также от множества других параметров (характеристик) актива: показателей объекта вложения и других сопутствующих факторов;
- характер зависимости риска от факторов, определяющих его величину, в общем случае не определен.

Перечисленными свойствами обладает следующая функция:

$$R(Q_i) = S_i p_o(Q_i) f(S_i, T_i, Q_i) g(T_i, S_i, Q_i), \quad (1)$$

где  $Q_i$  - вектор параметров (характеристик)  $i$ -го актива банка;

$R(Q_i)$  - риск  $i$ -го актива банка;

$S_i$  - объем  $i$ -го актива;

$p_o(Q_i)$  - вероятность невозврата минимально допустимого для размещения (на объекте вложений  $i$ -го актива) актива  $S_0$ , размещенного на минимально допустимый (для объекта вложений  $i$ -го актива) срок  $t_0$ ;

$f(S_i)$  - монотонно возрастающая функция при  $T_i, Q_i = \text{const}$  и  $S_i > s_0$ ;

$g(T_i)$  - монотонно возрастающая функция при  $S_i, Q_i = \text{const}$  и  $T_i > t_0$ .

О характере функций  $f(S_i)$  и  $g(T_i)$  в общем случае ничего не известно, кроме того, что они монотонные и принимают значения на отрезке  $[0,1]$ .

Поэтому введем обозначение :

$$P_i = p_o(Q_i) f(S_i, T_i, Q_i) g(T_i, S_i, Q_i), \quad (2)$$

Подставим выражение (2) в (1). Получим :

$$R_i = S_i P_i. \quad (3)$$

Выражения (1) и (3) будем считать формальными определениями ссудного риска.

Величину  $P_i$  будем именовать рискованностью  $i$ -го актива банка. Таким образом, **рискованность актива (активной операции)** - это вероятность невозврата актива, зависящая от объема  $S$ , срока размещения  $T$  и параметров (характеристик)  $Q_i$  актива, включающих показатели объекта размещения.



Определение

Под **объектом размещения ресурсов банка (ОРР)** будем понимать объект вложения (размещения) какого-либо актива банка, т.е. либо клиента - потенциального заемщика, либо эмитента - потенциального объекта инвестиционных операций, либо клиента - потенциального получателя банковской гарантии.

Хозяйствующий субъект (заемщик, эмитент, клиент), которому принадлежит ОРР, будем именовать **реципиентом**.

Если вектор параметров  $Q_i$  содержит только показатели  $i$ -го ОРР, величину  $P_i$  будем именовать **рискованность  $i$ -го ОРР**, величину  $R_i$  - **риском  $i$ -го ОРР**, координаты вектора  $Q_i$  будем именовать **показателями рискованности  $i$ -го ОРР**.

**Суммарным риском** нескольких банковских активов  $S_i$  с рискованностью  $P_i$  будем называть величину

$$\sum_{i=1}^N P_i S_i. \quad (4)$$

Величина (4) не является математическим ожиданием, как утверждается в некоторых экономических публикациях, и потому не является очевидной.

На примере подсчета суммарного риска двух активов покажем обоснованность определения (4).

Допустим, осуществляется многократное размещение (число размещений стремится к бесконечности) активов S1 и S2 на ОРР1 и ОРР2 соответственно. При этом сроки вложений, их условия и показатели каждого из ОРР остаются неизменными на протяжении всего опыта. (Поэтому будем полагать неизменными и рискованность каждого из ОРР.)

Суммарные потери в результате опыта многократного вложения активов будут определяться, очевидно, выражением:

$$(S1 + S2)m1m2 + S1m1(n2 - m2) + S2(n1 - m1)m2,$$

где  $m_i$  – частота потерь на ОРРi;

$n_i$  – количество размещений на ОРРi.

Тогда относительная величина потерь в результате опыта будет:

$$(S1 + S2) P1P2 + S1P1 (1 - P2) + S2 (1 - P1) P2,$$

где  $P_i$  – относительная частота невозврата i-го актива,  $i = 1, 2, \dots$

$$P_i = \frac{m_i}{n_i}$$

во всех  $n_i$  вложениях.

Преобразуем это выражение:

$$S1P1P2 + S2P1P2 + S1P1 - S1P1P2 + S2P2 - S2P1P2 = S1P1 + S2P2.$$

Если полагать относительную частоту  $P_i$  оценкой рискованности i-го актива, то мы получили выражение (4), что и требовалось показать.

Определения (1) и (4) позволяют понять вероятностный смысл такого метода управления кредитными рисками, как **диверсификация**.

Допустим, мы решили диверсифицировать актив S, вложенный с рискованностью P, путем деления его на две равные части и вложения в два схожих по всем показателям ОРР на тех же условиях. Обозначим:

$K1$  – риск до диверсификации,  $K2$  – риск после диверсификации. Тогда:

$$K1 = P(S) S, \tag{5}$$

$$K2 = P(S/2) S/2 + P(S/2) S/2 = P(S/2) S.$$

Так как  $P = P(f(S), g(T))$  и  $f(S)$  – монотонно возрастающая функция, имеем:

$f(S/2) < f(S)$ . Отсюда следует:

$$P(S/2) < P(S). \tag{6}$$

Из (5) и (6) следует:

$K2 < K1$ , что и требовалось показать.

**Суммарной рискованностью (средней рискованностью)** нескольких банковских активов S, с рискованностями P, будем именовать величину:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n P_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}. \tag{7}$$

Мы полагаем, что величину (7) можно использовать как показатель рискованности деятельности банка на рынке капиталов.

Мы уже отмечали (1), что чем больше срок размещения ресурсов, тем выше вероятность их невозврата. Если известна рискованность ОРР на тот же период (день, месяц, квартал и т.д.), который является базовым в каких-либо финансовых расчетах, связанных с вложениями на этом ОРР, то все результаты расчетов можно скорректировать рискованностью этих вложений.

В частности, доходность  $i$ -го ОРР за базовый период (с предполагаемой доходностью  $D_i$ ) будет определяться по формуле:

$$d_i = (1 + D_i)(1 - P_i) - 1,$$

где  $P_i$  – рискованность  $i$ -го ОРР банка;

$D_i$  – доходность  $i$ -го ОРР, если  $P_i = 0$ ;

$d_i$  – доходность  $i$ -го ОРР, если  $P_i > 0$ .

С учетом налогообложения доходность  $i$ -го ОРР будет определяться по формуле:

$$d_i(H) = [(1 + D_i)(1 - P_i) - 1](1 - H_i),$$

где  $H_i$  – ставка налога на  $i$ -ом ОРР.

Тогда суммарная доходность по всем ОРР банка будет определяться формулой:

$$D_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n S_i \{1 + [(1 + D_i)(1 - P_i) - 1](1 - H_i)\}}, \quad (8)$$

где  $D_0$  – суммарная доходность по всем ОРР банка;

$S_i$  – объем вложенных средств в  $i$ -ый ОРР.

Иными словами, формула (8) определяет доходность портфеля активов банка с учетом рискованности и ставки налога каждого из активов.

При выводе формулы (8) мы исходили из того, что ОРР независимы. Если между ОРР будет зависимость, аналогичные формулы будут достаточно громоздкими.

В целом после ввода определений (1) и (4), мы можем не утруждать себя размышлениями о правомерности тех или иных манипуляций с риском и рискованностью и выводом тех или иных формул: на большинство вопросов ответы необходимо искать в теории вероятностей. В качестве иллюстрации приведем весьма важный пример.

Обозначения:

$E1$  – событие, заключающееся в невозврате какого-либо банковского актива.

$E2$  – событие, заключающееся в полном возврате этого актива.

$\Pi$  – значение какого-либо показателя ОРР (или вектора показателей).

/ – символ, означающий «при условии».

Очевидно, события  $E1$  и  $E2$  составляют полную группу событий (т.е. суммарная вероятность этих событий равна единице).

Оценим **вероятность невозврата (рискованность) актива при условии, что какой-либо показатель ОРР принял определенное значение**, т.е. величину  $P(E1/\Pi)$ .

В соответствии с формулой Байеса, известной из теории вероятностей:

$$P(E1/\Pi) = \frac{P(\Pi/E1)P(E1)}{P(\Pi/E1)P(E1) + P(\Pi/E2)P(E2)}. \quad (9)$$

Поясним практическое значение этой формулы.

Вероятности  $P(E_i)$  можно оценить на основе анализа ситуации в отрасли, которой принадлежит исследуемый ОРР (изучение статистических данных и получение экспертных

ных оценок, их комбинация). Вероятности  $P(\Pi/E_i)$  можно оценить на основе собственных статистических накоплений в банке, или на основе статистических накоплений в каком-либо координационном инвестиционном центре. Для оценки вероятности  $P(E_1/\Pi)$  необходимы очень большие статистические накопления, которые практически недоступны.

Формула (9) является вполне приемлемой и доступной альтернативой для оценки этой вероятности.

### 2.3. Исследование показателей рискованности объекта размещения ресурсов банка

В предыдущем параграфе показано, что если известна рискованность  $P_i$  отдельных ОРР, то рассчитать рискованность портфеля активов вполне возможно. Но как определить  $P_i$ .

Теоретически единственно правомерным методом определения  $P_i$  является статистический. Однако, даже если набрать статистику по всем банкам, по всем возможным объемам и срокам размещения активов, ее будет явно недостаточно для хорошей оценки  $P_i$  ( $S_i, T_i, Q_i$ ), так как слишком велика размерность вектора  $Q_i$ .

Остается возможность экспертной оценки  $P_i$ . Для того, чтобы эксперт сделал свое заключение, необходим обширный перечень показателей ОРР, включающий даже такие показатели, которые не поддаются количественной оценке. Можно составить такой перечень по данным из различных источников: от публикаций в прессе до личного опыта. Однако этот перечень, очевидно, всегда будет открыт.

Вместе с тем классификацию показателей рискованности ОРР, необходимых для «работы с реципиентом», привести целесообразно, так как, во-первых, она имеет принципиальное значение, во-вторых, делает понятной структуру настоящей главы.

Приведенная ниже классификация показателей является результатом анализа материалов [81. С. 168 – 169], [106. С. 184], [109. С. 32], множества других публикаций, а также материалов некоторых российских банков.

#### Классификация показателей рискованности ОРР банка

1. Показатели несоответствия оцениваемого ОРР требованиям банка.
  - 1.1. Показатели, связанные с дееспособностью ОРР (Status).
  - 1.2. Показатели, связанные с приемлемостью ОРР для банка (Acceptance).
2. Показатели обеспечения возвратности размещенных ресурсов банка.
  - 2.1. Показатели обеспечения обязательств ОРР (Collateral).
  - 2.2. Показатели капитала ОРР (Capital).
  - 2.3. Показатели состояния ОРР (Capacity).
  - 2.4. Показатели перспектив ОРР (Prospects).
3. Показатели достоверности обеспечения возвратности размещенных ресурсов банка.
  - 3.1. Показатели объективных условий деятельности ОРР (Conditions).
  - 3.2. Показатели уровня планирования на ОРР (Planning).
  - 3.3. Показатели качества финансирования ОРР (Budgeting).
  - 3.4. Прочие показатели субъективных условий деятельности ОРР Character).
4. Показатели чувствительности ОРР к факторам риска (Sensitivity).

Следует заметить, что приведенная классификация предполагает включение показателей ОРР, отличающихся от показателей, обычно включаемых в бизнес-план, в нескольких аспектах.

*Аспект первый.*

Источниками информации об ОРР при оценке его рискованности являются не только документы, представленные руководством ОРР, но и другие источники.

Источниками информации о показателях рискованности ОРР банка могут быть:

- банки, проводившие операции с данным ОРР;
- фирмы, сотрудничавшие с ОРР;
- правоохранительные органы;
- базы данных банка;
- информация службы безопасности;
- кадровые агентства;
- персонал ОРР;
- коммерческие фирмы, специализирующиеся на информационных услугах;
- результаты инспекций и аудиторских проверок на ОРР.

*Аспект второй.*

Перечень показателей рискованности ОРР банка не регламентируется. Поэтому он может быть значительно шире, чем перечень показателей, включаемых в бизнес-план.

*Аспект третий.*

Показатели, положенные в основу бизнес-плана, и форма их представления являются, в конечном счете, результатом выбора реципиента.

Показатели рискованности потенциального ОРР, форма их измерения и представления, их классификация, а также методика оценки, являются **know-how** инвестора, в частности, банка.

Далее мы покажем, что приведенная классификация показателей рискованности ОРР банка не является случайной, но определяется представлениями о том, какие принципы должны быть положены в основу модели оценки рискованности ОРР банка, чтобы модель была продуктивной.

### **Модель оценки рискованности ОРР банка**

В основу приведенной классификации положена **базовая схема** (общий порядок) проведения оценки рискованности ОРР.

Предлагаемая схема, как нам представляется, вполне естественна, хотя и не очевидна: ни в одной из публикаций, упомянутых в настоящей работе, схема оценки рискованности ОРР, которую мы назвали базовой, не рассматривалась.

Между тем выбор схемы оценки рискованности общего характера важен и принципиален. Во-первых, базовая схема определяет самый общий алгоритм проведения процедур оценки. Т.е. данная схема – первое приближение **методики** оценки рискованности ОРР банка. Во-вторых, базовая схема должна определять не только последовательность основных процедур оценки, но представлять некую **идеологию** оценки, задающей основные направления дальнейших исследований по развитию соответствующей методики, т.е. данная схема должна быть базовой **моделью** оценки рискованности ОРР, адекватно отражающей смысл и основные приоритеты моделируемого процесса.

Мы предлагаем следующую **методику оценки рискованности** ОРР банка.

1. На первом этапе проверяются показатели несоответствия ОРР требованиям банка (и закона):
  - Перечень показателей несоответствия разнороден: от непредставления учредительных документов потенциальным заемщиком до непродуманности экологического мониторинга при реализации своего инвестиционного проекта каким-либо эмитентом.
  - Перечень не регламентируется и постоянно уточняется.
  - Показатели несоответствия являются показателями высокой степени определенности и потому являются **решающими**: при определенных значениях показателя

принимается решение о прекращении дальнейшей работы с ОРР, т.е. рискованность ОРР принимается близкой к единице: **условная категория рискованности ОРР – высшая.**

2. На втором этапе проверяется соответствие потенциального ОРР финансовым требованиям банка, а именно: проверяются показатели обеспечения – в широком финансовом смысле – возвратности размещенных ресурсов банка:
  - Показатели обеспечения объединены в иерархическую систему, предполагающие следующие иерархические уровни (в порядке убывания уровней):
    - показатели обеспечения обязательств ОРР – в общепринятом узком смысле;
    - капитал ОРР;
    - современное состояние ОРР;
    - перспективы ОРР.
  - Чем выше иерархический уровень показателя обеспечения, тем большее снижение величины рискованности ОРР он может определить, т.е. тем ниже может быть условная категория рискованности ОРР.
  - Оценка рискованности ОРР по показателю более высокого иерархического уровня подчиняет себе оценку рискованности ОРР по показателю более низкого уровня.
  - Показатели обеспечения не являются решающими: их значения подлежат проверке на достоверность.
3. На третьем этапе проверяется достоверность обеспечения возвратности размещенных ресурсов банка:
  - Показатели достоверности четко классифицируются:
    - связанные с объективными условиями деятельности ОРР;
    - связанные с субъективными условиями деятельности ОРР.
  - Перечень показателей достоверности постоянно пополняется в соответствии с заданной классификацией.
  - Показатели достоверности являются решающими: при недостоверности проверяемых показателей обеспечения принимается решение о повышении условной категории рискованности ОРР, т.е. оценка рискованности ОРР резко повышается.
4. На четвертом этапе по результатам анализа показателей обеспечения и достоверности выявляются варьируемые факторы – факторы риска, способные значимо повлиять на показатели обеспечения возвратности.
5. На пятом этапе проверяется чувствительность ОРР к факторам риска, т.е. характер изменений показателей обеспечения под влиянием факторов риска.
6. На шестом этапе принимается решение о рискованности ОРР.

Следует заметить, что применение описанной модели оценки имеет смысл только после того, как в массиве данных о потенциальном ОРР показатели рискованности должным образом классифицированы. Т.е. банковскому работнику, проводящему оценку рискованности потенциального ОРР, необходимо иметь достаточно четкие представления о форме, смысле и взаимозависимости показателей различных классов.

В дальнейшем будет приведено описание различных классов и групп показателей рискованности предлагаемой классификации.

#### **Показатели несоответствия ОРР требованиям банка (Status & Acceptance)**

Если показатели ОРР из заранее определенного перечня принимают значения несоответствия определенным требованиям банка (и закона), то рискованность ОРР принимается близкой к единице и дальнейшая работа по оценке данного ОРР прекращается.

Перечень показателей несоответствия включает две группы показателей:

- показатели, связанные с дееспособностью ОРР (Status);
- показатели, связанные с приемлемостью ОРР для банка (Acceptance).

Группа показателей дееспособности должна включать следующие показатели.

- наличие документов, подтверждающих правомочность данного юридического лица – реципиента;
- наличие документов, подтверждающих правомочность физических лиц, представляющих ОРР;
- наличие юридических и финансовых документов, испрашиваемых банком;
- наличие документов, подтверждающих, что реципиент не находится в состоянии арбитражного или судебного процесса и др.

Группа показателей приемлемости может включать следующие показатели.

- стадия развития ОРР; стадия реализации инвестиционного проекта;
- регион, в котором расположен ОРР;
- отрасль которой принадлежит ОРР;
- профиль деятельности ОРР;
- масштабы (объемы) производства на ОРР;
- сроки реализации проектов на ОРР;
- сроки возврата размещенных ресурсов;
- качество бизнес – планов и проектно-конструкторской документации по ОРР;
- экологичность деятельности ОРР;
- доля банка в общем объеме привлеченных и заемных средств ОРР;
- общий уровень управленческой работы на ОРР;
- новизна инвестиционных проектов на ОРР;
- выводы службы безопасности банка об ОРР и др.

Как уже отмечалось, перечень показателей несоответствия не регламентируется, но постоянно уточняется и пополняется. Формализация показателей проводится в соответствии с приоритетами банка, особенностями ОРР и решающим характером показателей.

#### **Показатели обеспечения возвратности размещенных ресурсов банка**

Введение понятия ссудного риска требует определения обеспечения возвратности ссудного капитала.

Под обеспечением возвратности размещенных ресурсов банка мы будем понимать **обеспечение в широком смысле** [92. С. 97], включающего следующие формы обеспечения:

- обеспечение обязательств (например, кредитных) ОРР, или обеспечение в узком смысле (ОУС);
- капитал ОРР;
- состояние ОРР;
- перспективы ОРР.

Показатели обеспечения в широком смысле (**ОШС**) занимают центральное место в иерархии показателей рискованности ОРР, так как именно эти показатели, в конечном счете, определяют финансовую возможность возврата или невозврата вложений, т.е. финансовый риск. Остальные показатели рискованности являются таковыми опосредованно: по их влиянию на показатели обеспечения.

Поэтому охарактеризуем данный класс показателей рискованности с той степенью подробности, которая позволительна в рамках настоящей работы.

#### **Показатели обеспечения обязательств ОРР банка (Collateral)**

Обеспечение обязательств ОРР банка (ОУС) может принимать следующие формы [81. С. 169–170]:

- поручительства и гарантии (кредитных и не кредитных организаций);
- поручительства и гарантии государственных органов власти;
- залог (ценных бумаг, товаров и другого имущества);
- цессия;
- ипотека;
- депозит.

В отечественной экономической литературе из публикации в публикацию рефреном проходит утверждение: ОУС должно быть по объему таким, чтобы оно гарантировало возврат не только основной суммы размещенных средств, но и процентных денег, а также выплаты возможных неустоек. Поэтому стоимость ОУС должна оцениваться, во-первых, с учетом ликвидности предмета обеспечения в расчетный период, во-вторых, с некоторым дисконтом, определяемым превышением стоимости обеспечения основной суммы актива.

Безусловно, если вопрос об обеспечении обязательств решен, то вопрос об оценке ссудного риска решается путем оценки коммерческого риска реализации предмета обеспечения, т.е. ОРР банка должен получить низшую категорию рискованности.

Однако, во-первых, не каждая форма движения ссудного капитала предполагает ОУС. Во-вторых, в случае предоставления кредитов и гарантий «следует признать, что приоритет при защите от кредитного риска должен отдаваться не привлечению достаточного обеспечения, предназначенного для покрытия убытков, а анализу кредитоспособности заемщика, направленному на недопущение этих убытков» [78. С. 134].

В пользу этой точки зрения говорит банковская практика в странах с развитой рыночной экономикой, где ОУС, как правило, не покрывает всю сумму вложений.

Конечно же, в современных российских условиях банк вряд ли будет отказываться от нарушения «всеобщего правила». Однако банки, планирующие свое долгосрочное присутствие на рынке и не желающие стать «своими собственными могильщиками», должны понимать, что путь от ломбардов к капиталистическому предприятию «по производству ссудных капиталов» лежит через осознание простого факта: банковская прибыль – не земельная рента или лотерейный выигрыш, а предпринимательский доход за определенную работу. Иными словами, банковская прибыль, на наш взгляд, это часть национального дохода, которая остается у банков за финансирование процессов расширенного общественного воспроизводства. Это определяет законы развития банковской сферы, осознать которые – задача коммерческого банка.

### **Показатели капитала ОРР банка (Capital)**

Другой формой обеспечения (в широком смысле) возвратности размещенных ресурсов банка является, как принято называть, обеспечение самим бизнесом, т.е. передача или передача в залог прав на предприятие (или часть его), которое является объектом размещения ресурсов банка.

Эта форма, на наш взгляд, более прогрессивна (хотя и имеет более высокую категорию рискованности), чем ОУС, так как предмет обеспечения не уменьшает капитал ОРР, не парализует какой либо актив и не изымает из оборота какую-либо ценность: все остается в работе или в обороте. Однако встает проблема оценки стоимости этого обеспечения.

В общем случае под стоимостью бизнеса принято понимать все текущие и будущие выгоды от владения предприятием (включая его ликвидационную стоимость). Однако в различных случаях используют различные методы для оценки этих выгод.

В литературе приводится перечень двенадцати основных методов оценки стоимости бизнеса, используемых в странах с рыночной экономикой:

- чистая балансовая стоимость;
- скорректированная стоимость материальных активов;
- правило «золотого сечения»;
- сравнение продаж;
- соотношение цен акций и дохода компании;
- стоимость замещения;
- капитализация чистого дохода;
- капитализация дивидендов;
- капитализация избыточного дохода;

- дисконтированный поток реальных денег;
- ликвидационная стоимость;
- стоимость воссоздания.

Далее мы встретимся с отдельными методами из перечисленных. Заметим, что в отечественной практике чаще используют метод, именуемый «Балансовая стоимость активов». Однако все оценки, построенные на этом методе, имеют принципиальный недостаток: они не связаны с возможными результатами деятельности предприятия.

В странах с развитой рыночной экономикой, где научились жить не только сегодняшним днем, но и планировать будущее, предпочитают оценку бизнеса по величине возможных доходов.

На наш взгляд, это можно обосновать следующим образом.

Во-первых, возможный поток доходов может стать значительно более «весомым» обеспечением, чем какой-либо обычный залог. Допустим, нефтедобывающая компания обладает исключительным правом добычи нефти на каком-либо нефтегазоносном участке. Доказанные и извлекаемые запасы нефти на участке – 10 млн тонн. Ожидаемая стоимость извлеченной нефти – 1 млрд долл. Ожидаемая норма прибыли – 20 долл. со 100. Если компания просит кредитную линию на освоение добычи общим объемом 50 млн долл. и предлагает в обеспечение 50% своих акций (оставаясь закрытым акционерным обществом), то данное обеспечение покрывает своей стоимостью весь объем размещенных ресурсов вместе с процентами. И это будет надежным обеспечением (при условии банковского контроля за деятельностью компании).

Во-вторых, оценка ожидаемых доходов может оказаться значительнее, чем оценка каких-либо материальных активов. В общем случае формула для расчета суммарных ожидаемых доходов может выглядеть так:

$$B_0 = \sum_{i=1}^T \frac{P_i - S_i - Z_i - A_i}{(1+r)^i}, \quad (10)$$

где  $P_i$  – доходы в  $i$ -том периоде;

$S_i$  – операционные расходы в  $i$ -ом периоде;

$Z_i$  – инвестиционные расходы в  $i$ -том периоде;

$A_i$  – амортизационные отчисления в  $i$ -том периоде;

$r$  – ставка дисконтирования в  $i$ -том периоде.

В каждом отдельном случае формула (10) может приобретать некоторые особенности. Например, для определения стоимости нефтедобывающих предприятий используют следующую формулу:

$$НД = \frac{НМПб \times \text{Разведанные запасы}}{1+r \times \frac{\text{Разведанные запасы}}{\text{Объем производства}}}, \quad (11)$$

где

$$НМПб = \frac{\text{Прибыль до налогов и процентов за кредит} + \text{Расходы на амортизацию}}{\text{Объем годового производства}},$$

На наш взгляд, формула (11) является весьма грубым приближением реальной стоимости. Мы предлагаем следующую формулу:

$$НД = \sum_{k=1}^T \frac{N(k)V(k)}{\prod_{j=1}^k (1+r_j)}, \quad (12)$$

где  $N(k)$  – норма прибыли на 1 тонну продукции в  $k$ -ом году;  
 $V(k)$  – объем производства в  $k$ -ом году (прогнозная величина);  
 $r_j$  – ставка дисконтирования в  $k$ -ом году ;  
 $T$ – продолжительность эксплуатации месторождения, которая определяется из соотношений:

$$\sum_{k=1}^{T+1} V(k) \geq R > \sum_{k=1}^T V(k), \quad (13)$$

где  $R$  – объем разведанных запасов.

### Показатели состояния ОРР банка (Capacity)

Под показателями состояния ОРР банка будем понимать:

- показатели уровня производства ОРР (вооруженность, мощность, загруженность, износ и т.д.);
- показатели продукции (качество, количество, конкурентоспособность и т.д.);
- показатели финансового состояния ОРР.

Безусловно, показатели состояния производства и продукции важны и первичны по отношению ко всем другим показателям ОРР. Однако финансовые показатели являются наиболее убедительным отражением общего состояния предприятия **в условиях рыночной экономики**, в том числе и производства, и продукции.

Поэтому в настоящей работе ограничимся описанием показателей финансового состояния потенциального ОРР банка, которые представляют третий иерархический уровень показателей обеспечения возвратности размещенных средств.

### Источники получения информации о финансовом состоянии ОРР российских коммерческих банков

Важнейший вопрос, встающий перед работниками банка, оценивающими финансовое состояние потенциального ОРР, – откуда брать информацию.

Источниками получения информации о финансовых показателях хозяйствующего субъекта являются, прежде всего, документы финансовой отчетности. В настоящем разделе будем говорить о них.

В мировой практике устоялось мнение [94. С. 173], что три документа финансовой отчетности позволяют планировать, контролировать и анализировать финансовое состояние хозяйствующего субъекта:

- Баланс (Balance Sheet).
- Отчет о финансовых результатах (Income Statement).
- Отчет о движении денежных средств (Cash Flow).

В практике российских банков используется несколько иная позиция.

В «Альфа-Банке» у потенциального заемщика требуют информацию по следующим статьям годового баланса:

- Сырье, материалы и другие аналогичные ценности.
- Готовая продукция.
- Краткосрочные финансовые вложения.
- Товары отгруженные.
- Дебиторская задолженность.
- Кредиторская задолженность.
- Заемные средства.
- Денежные средства (выписки по счетам об обороте и остатках).

В «Инкомбанке» к приведенному перечню добавляют:

- Валюта баланса.

- Основные средства.
- Долгосрочные финансовые вложения.
- Собственный капитал.
- Балансовая прибыль (убыток), а также информацию по статьям «Отчета о финансовых результатах»:
- Выручка без НДС.
- Внереализационные доходы.
- Поступления на 050, 051, 052 счета от реализации товаров и услуг.

Оборот поступления по всем счетам в банках за отчетный период, но исключают статьи:

- Готовая продукция и товары для перепродажи.
- Товары отгруженные.
- Краткосрочные финансовые вложения.

Специалисты банковской группы «СБС-Агро», стараясь добиться большего охвата финансовых показателей и избежать «мелочевки», у потенциального заемщика требуют агрегированные [94. С. 173] формы баланса и денежной отчетности, включающие статьи:

- Оборотные средства.
- Убытки.
- Собственный капитал.
- Заемный капитал (долгосрочные займы, краткосрочные займы, кредиторская задолженность).
- Баланс.
- Выручка от реализации.
- Себестоимость производства.
- Балансовая прибыль.
- Налог на прибыль.
- Чистая прибыль.
- Дивиденды.

В «Токобанке» делают еще один шаг к полноте охвата финансовых показателей. В этом банке у потенциального заемщика требуют :

- Баланс (за 2 года).
- Приложение №2 (за 2 года).
- Приложение №3 (за 2 года).
- Акт инвентаризации имущественных активов, расшифровка счета 020 баланса.
- Справка по расшифровке всей кредиторской задолженности.

В банке «Менатеп» требуют у потенциального заемщика всю финансовую отчетность за 2 года, а также:

- Анализ текущей дебиторской и кредиторской задолженности.
- Анализ структуры затрат.
- Распределение доходов по видам деятельности.
- Сводная ведомость имущества предприятия.
- Забалансовая обремененность (гарантии, залоги, штрафы).

Наконец, в ОНЭКСИМ-банке демонстрируют наиболее серьезный подход к оценке финансовой деятельности ОРР, требуя:

- Формы №№ 1, 2, 3, 4, 5.
- Пояснительная записка к бухгалтерскому балансу.
- Справки из банков по оборотам и остаткам по счетам.
- Информация о наличии инкассо на счетах предприятия или счёта недоимщика.

- Прогноз движения денежных средств:
  - без кредитных ресурсов;
  - с привлечением кредитных ресурсов.
- Подробная расшифровка (по определенным формам) следующих статей баланса и «Отчета о финансовых результатах»:
  - Здания, машины, оборудование и другие основные средства.
  - Незавершенные капитальные вложения.
  - Долгосрочные финансовые вложения.
  - Дебиторская задолженность.
  - Краткосрочные финансовые вложения.
  - Кредиты банков и прочие займы.
  - Кредиторская задолженность.
  - Прочие внереализационные доходы.
  - Прочие внереализационные расходы.
  - Отвлеченные средства.

Очевидно, что последний перечень содержит исходные данные для расчета практически любого финансового показателя ОРР.

Оправдан ли столь обширный перечень запрашиваемых документов? Подобные перечни, ведущие к излишней затрате времени и средств, объясняются стремлением банков получить как можно больше различных соотношений и накопить как можно больше статистических данных. Однако в результате банки получают большие массивы «грязной» информации, анализ которой либо не проводится должным образом, либо отвлекает немалые аналитические силы.

На наш взгляд, целесообразно было бы выделить какие-то базисные показатели, которые были бы в достаточной степени независимы и через которые выражались бы все допустимые финансовые показатели, и вести накопление «базисных» данных. Далее в работе будет предпринята попытка выделить такие базисные показатели. Однако предварительно сделаем обзор тех финансовых показателей, которые рекомендуются в литературе.

#### **Анализ финансовых показателей, рекомендуемых для оценки финансового состояния в экономической литературе**

Вопросам оценки финансового состояния хозяйствующего субъекта, т.е. вопросам финансового анализа, посвящены многие публикации: от академических изданий до газетных статей. Финансисты всего мира накопили огромный опыт изучения тех или иных форм финансовой отчетности, тех или иных показателей финансовой деятельности. Однако по-прежнему эту сферу деятельности нередко предпочитают называть искусством, ибо по-прежнему нет готовых рецептов, пригодных во всех ситуациях.

Иллюстрацией этому служит нижеследующий обзор.

В [73. С. 47] рекомендуют два основных показателя финансового состояния ОРР (по опыту Промстройбанка):

$$\text{Коэффициент ликвидности} = \frac{Д_{\text{ср}} + \text{ЛРА}}{К / С_{\text{об}}}, \quad (14)$$

где  $Д_{\text{ср}}$  – денежные средства;

ЛРА – легко реализуемые требования;

$К / С_{\text{об}}$  – краткосрочные обязательства.

Показатель (14) предназначен для оценки способности ОРР выполнять свои обязательства по платежам.

$$\text{Коэффициент покрытия} = \frac{Д_{\text{ср}} + \text{ЛРА} + \text{ЛРЗ}}{К / С_{\text{об}}}, \quad (15)$$

где ЛРЗ – легко реализуемые запасы товарно-материальных ценностей.

Назначение показателя (15) то же.

В [73. С. 49] упоминаются, но не определяются, еще два показателя, дополняющие (14) и (15):

- Оборачиваемость оборотных средств.
- Обеспеченность собственными источниками.

В [81. С. 171–172] выделяются шесть финансовых показателей, обладающих, по мнению авторов, наилучшими «прогностическими свойствами»:

$$\frac{\text{Оборотный капитал}}{\text{Совокупные активы}}. \quad (16)$$

Если финансовое состояние ОРР ухудшается, то показатель (16) падает.

$$\frac{\text{Нераспределенная между акционерами прибыль}}{\text{Совокупные активы}}, \quad (17)$$

$$\frac{\text{Прибыль между акционерными прибыль}}{\text{Совокупные активы}}, \quad (18)$$

$$\frac{\text{Балансовая прибыль}}{\text{Общая оценка задолженности}}. \quad (19)$$

Показатель (19) характеризует способность ОРР отвечать по срочным обязательствам.

Для акционерных обществ открытого типа дополняющим (19) показателем служит (20):

$$\frac{\text{Рыночная стоимость акций}}{\text{Общая балансовая оценка всей задолженности}}, \quad (20)$$

$$\frac{\text{Объем продаж}}{\text{Совокупные активы}}. \quad (21)$$

Показатель (21) характеризует способность ОРР «генерировать продажу товаров или услуг».

В [106. С. 176–183] приводится уже 17 показателей, характеризующих финансовое состояние ОРР. Они делятся на три группы:

- показатели финансовой устойчивости;
- показатели ликвидности;
- показатели эффективности производственной деятельности;

К показателям финансовой устойчивости в [22] относят :

$$\frac{\text{Обязательства}}{\text{Совокупные активы}}, \quad (22)$$

$$\frac{\text{Акционерный капитал}}{\text{Совокупные активы}}, \quad (23)$$

$$\frac{\text{Заемные средства}}{\text{Капитал}}. \quad (24)$$

При оценках финансового состояния в [106] рекомендуют ориентироваться на «среднеотраслевые показатели».

К показателям ликвидности в [106] относят:

$$\frac{\text{Текущие активы}}{K / C_{об}}, \quad (25)$$

$$\frac{\text{ДСр} + \text{ЛРЦБ} + \text{ЛРДтЗж}}{K / C_{об}}. \quad (26)$$

где ЛРЦБ – легко реализуемые ценные бумаги;

ЛРДтЗж – легко реализуемая дебиторская задолженность.

Показатель (26) характеризует быструю ликвидность и эквивалентен, очевидно, показателю (14).

$$\text{Оборачиваемость дебиторской задолженности.} \quad (27)$$

$$\text{Оборачиваемость запасов.} \quad (28)$$

$$\text{Оборачиваемость кредиторской задолженности.} \quad (29)$$

К показателям производственной эффективности в [106] относят:

$$\frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Чистая выручка от реализации}}, \quad (30)$$

$$\frac{\text{Чистый доход от основных операций}}{\text{Чистая выручка от реализации}}, \quad (31)$$

$$\text{Оборачиваемость активов} = \frac{\text{Выручка от реализации}}{\text{Среднегодовая стоимость активов}}, \quad (32)$$

$$\frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Среднегодовая стоимость активов}}, \quad (33)$$

$$\frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Среднегодовая стоимость акционерного капитала}}, \quad (34)$$

$$\frac{\text{Рыночная цена}}{\text{Чистый доход на акцию}}, \quad (35)$$

$$\frac{\text{Чистый доход до выплаты налогов и процентов}}{\text{Процентные платежи по обязательствам}}. \quad (36)$$

Заметим, что мы перечислили уже более двух десятков показателей из трех источников, но только один повторился дважды.

В инструкции Сбербанка РФ приводится описание 10 финансовых показателей, которые также делятся на три класса :

- показатели финансовой устойчивости;
- показатели ликвидности;
- показатели прибыльности.

К показателям финансовой устойчивости здесь относят:

$$\frac{\text{Заемные средства}}{\text{Собственные средства}}. \quad (37)$$

Показатель (37) аналогичен (24) и относится к тому же классу. В инструкции замечается, что для устойчивого ОРР (37) < 1, но при высокой оборачиваемости это соотношение может нарушаться.

$$\text{Оборачиваемость оборотных средств} = \frac{\text{Средняя стоимость оборотных средств}}{\text{Выручка от реализации}} \quad (38)$$

$$\text{Обеспеченность собственными оборотными средствами} = \frac{\text{Собственные оборотные средства}}{\text{Материальные оборотные средства}} \quad (39)$$

Значение показателя (39) должно быть близко к единице.

$$\text{Коэффициент реальной стоимости имущества производственного назначения} = \frac{\text{Основные средства по остаточной стоимости} + \text{Производственные запасы} + \text{Незавершенное производство}}{\text{Общая стоимость} + \text{Убытки}} \quad (40)$$

Для промышленных предприятий (40) > 0,5. Но в основном показатель (40) носит справочный характер, так как ОРР может иметь большие труднореализуемые запасы, что для нынешней российской экономики не редкость.

$$\text{Платежеспособность предприятия} = \frac{\text{Текущие активы}}{\text{Кредиты и кредиторская задолженность}} \quad (41)$$

Должно быть: (41) > 1, но этот показатель зависит от дебиторской задолженности долгосрочного характера, а также готовой продукции, не пользующейся спросом.

К показателям ликвидности по той же инструкции относят:

$$\text{Коэффициент абсолютной ликвидности} = \frac{Д_{\text{ср}} + \text{ЛРЦБ}}{К / C_{\text{об}}} \quad (42)$$

Заметим, что (42) отличается от (16), (15) и (26). Значение (42) считается достаточным, если оно превышает 0,2–0,5. Если (42) = 1, значит долги ОРР равны средствам и большая сумма денег находится без движения.

$$\text{Общий коэффициент покрытия} = \frac{\text{Оборотные средства}}{К / C_{\text{об}}} \quad (43)$$

Критическое значение: (43) = 1. Если (43) < 1, то ОРР не кредитоспособен. Если (43) = 1, то у ОРР нет свободы в выборе решения. Хорошо, если (43) = 2,0–2,5.

$$\text{Промежуточный коэффициент покрытия} = \frac{Д_{\text{ср}} + \text{ЛРЦБ} + \text{ДтЗж}}{К / C_{\text{об}}} \quad (44)$$

Легко видеть, что (44) = (26). При этом должно быть: (44) = 0,7–0,8. К показателям прибыльности относят :

$$\text{Рентабельность продукции} = \frac{\text{Прибыль от реализации}}{\text{Себестоимость реализованной продукции}} \quad (45)$$

$$\text{Рентабельность вложений в предприятие} = \frac{\text{Чистая прибыль(или балансовая прибыль)}}{\text{Итог баланса – Убытки}} \quad (46)$$

В [9. С. 185] говорится уже о четырех группах показателей:

- показатели привлечения средств;
- показатели ликвидности;
- показатели оборачиваемости;
- показатели прибыльности.

Но приводится описание только шести показателей, обладающих «наилучшими прогностическими свойствами», которые отличаются от показателей в [81] только одним: вместо «способности эмитента генерировать продажу товаров и услуг» указана «способность эмитента генерировать продажу ценных бумаг». И эта способность характеризуется показателем:

$$\frac{\text{Объем продаж ценных бумаг}}{\text{Совокупные активы}} \quad (47)$$

В [94. С. 174] показатели финансового состояния ОРР объединены в те же четыре группы, которые именуются, тем не менее, по-другому:

- показатели финансовой устойчивости;
- показатели платежеспособности;
- показатели деловой активности;
- показатели рентабельности.

При этом в [94. С. 285–294] приводится описание 24-х финансовых показателей, которые можно классифицировать по указанным группам.

В [102. С. 277–306] финансовые показатели также делятся на 4 группы, но именуются они так:

- показатели платежеспособности и финансовой устойчивости;
- показатели кредитоспособности и ликвидности;
- показатели оборачиваемости оборотных активов;
- показатели финансовых результатов.

В [102] приводится описание более 30 различных финансовых показателей.

Целесообразно описать первую группу показателей из приведенной классификации, так как она существенно отличается по набору показателей, описанных [9], [73], [81], [109] под таким же общим названием (но совпадает с показателями устойчивости из [94]).

«Экономической сущностью финансовой устойчивости предприятия является обеспечение его запасов и затрат источниками формирования» [102. С. 284].

«Внешним проявлением финансовой устойчивости предприятия является его платежеспособность» [102].

Эти ясные и логичные определения *устойчивости* завершаются описанием показателя *платежеспособности* (!), который в [9], [73], [94], [106], именуется показателем *ликвидности* (!):

$$\frac{Д_{\text{ср}} + \text{ЛРЦБ} + \text{ДтЗж}}{К / С_{\text{об}}}$$

Следуя [102. С. 284], введем обозначения:

$$ЕС = К + ПД - АВ,$$

где ЕС – оборотные средства собственные;

К – капитал (и резервы);

ПД – кредиты и займы (т.е. пассивы) долгосрочные;

АВ – активы внеоборотные.

$$ЕО = ЕС + М,$$

где ЕО – величина основных источников запасов и затрат;

М – кредиты и займы краткосрочные;

Излишек (+) или недостаток (-) общей величины основных источников для формирования запасов и затрат :

$$\pm ЕО = ЕО - З,$$

где З – запасы.

Излишек (+) или недостаток (-) собственных оборотных средств:

$$\pm EC = EC - З.$$

Можно выделить 4 категории ОРР по степени финансовой устойчивости:

1. Абсолютная устойчивость, если  $З < EC + M$ .

2. Нормальная устойчивость, если  $З = EC + M$ .

3. Неустойчивое финансовое положение, если  $З = EC + M + ИО$ ,

где ИО – источники, ослабляющие финансовую напряженность (временно свободные собственные средства, привлеченные средства, кредиты банка на временное пополнение оборотных средств и прочие заемные средства).

4. Кризисное финансовое состояние, если  $З > EC + M$ .

В [102] приводится также ряд финансовых показателей устойчивости, не упомянутых в других публикациях:

$$\text{Коэффициент автономии} = \frac{\text{Капитал}}{\text{Итог баланса}}. \quad (48)$$

Должно быть: (48) > 0,5.

$$\text{Обеспеченность собственными средствами} = \frac{\text{Собственные оборотные средства}}{\text{Запасы}}. \quad (49)$$

Нормальное ограничение: (50) > 0,1.

$$\text{Коэффициент маневренности} = \frac{\text{Собственные оборотные средства}}{\text{Капитал}}. \quad (50)$$

Нормальное ограничение: (50) > 0,5.

Наиболее полный перечень финансовых показателей ОРР приведен в [78. С. 134-145]. Мы не приводим здесь этот перечень, так как, во-первых, показателей в перечне более 40, во-вторых, работа [78] подготовлена по инициативе Ассоциации российских банков и выдержки из нее печатались в различных периодических изданиях и отдельными брошюрами. Заметим только, что в [78] финансовые показатели не классифицируются.

Отметим, что в публикациях [9], [94], [102] приводится классификация финансовых показателей, совпадающая с классификацией, используемой при составлении плана финансового оздоровления предприятий по типовой форме, утвержденной Правительством РФ [94. С. 317-318]. Эта форма предполагает отчетность предприятия по 20 финансовым показателям, сгруппированным следующим образом.

*Коэффициенты ликвидности.*

А. Коэффициент текущей ликвидности.

Б. Коэффициент абсолютной ликвидности.

В. Запасы/Чистые оборотные средства.

Г. Текущая задолженность/Запасы.

*Коэффициенты устойчивости.*

Д. Общая задолженность/Итог по активам.

Е. Текущая задолженность/Итог по активам.

Ж. Общая задолженность/Остаточная стоимость ОФ.

З. Текущая задолженность/Остаточная стоимость ОФ.

И. Коэффициент обеспеченности собственными средствами.

*Коэффициенты деловой активности.*

К. Коэффициент общей оборачиваемости капитала.

Л. Коэффициент оборачиваемости готовой продукции.

- М. Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности.
- Н. Средний срок оборачиваемости дебиторской задолженности.
- О. Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности.
- П. Средний срок оборота кредиторской задолженности.
- Р. Коэффициент оборачиваемости собственных средств.

*Коэффициенты прибыльности.*

- С. Норма балансовой прибыли.
- Т. Чистая норма прибыли.
- У. Общий доход на активы.
- Ф. Доход на остаточную стоимость ОФ.

В [49. С. 119–134] приводится классификация показателей финансового состояния ОРР, принятая в международной практике. На наш взгляд, это – наиболее логичная классификация.

Кроме того, перечень финансовых показателей из [49] используется в весьма распространенном программном продукте Project Expert, предназначенном для анализа инвестиционных проектов. Эта классификация выглядит следующим образом.

#### **Показатели платежеспособности (Gearing ratios)**

Отражают способность ОРР отвечать по долгосрочным обязательствам без ликвидации долгосрочных активов.

**Сумма обязательств к активам (Total debt to total assets):**

$$\frac{TD}{TA} = \frac{CL + LTD}{TA}, \quad (51)$$

где TD (Total Debt) – совокупные обязательства;

TA (Total Assets) – совокупные активы;

CL (Current Liabilities) – краткосрочные обязательства;

LTD (Long-term Debt) – долгосрочные обязательства.

**Долгосрочные обязательства к активам (Long-term Debt to Total Assets):**

$$\frac{LTD}{TA}, \quad (52)$$

**Долгосрочные обязательства к внеоборотным активам (Long-term Debt to Fixed Assets):**

$$\frac{LTD}{FA}, \quad (53)$$

где FA (Fixed Assets) – внеоборотные активы (среднее значение за год).

**Коэффициент финансовой независимости (Total Debt to Equity):**

$$\frac{TD}{EQ} = \frac{CL + LTD}{EQ}, \quad (54)$$

где EQ (Total Shareholders' Equity) – совокупный акционерный капитал.

**Покрытие процентов (Times Interest Earned – TIE):**

$$TIE = \frac{P \& T}{Int}, \quad (55)$$

где P & T (Profit before Interest & Tax) – прибыль до выплаты налогов и процентов;

Int (Interest) – проценты по кредитам.

### Показатели ликвидности (Activity ratios)

**Текущая ликвидность (Current ratio - CR):**

$$CR = \frac{TCA}{TCL}, \quad (56)$$

где TCA (Total Current Assets) – совокупные оборотные средства;  
TCL (Total Current Liabilities) – совокупные краткосрочные обязательства.

**Срочная ликвидность (Quick ratio - QR):**

$$QR = \frac{TCA - Inv}{TCL}, \quad (57)$$

где Inv – (Inventory) – запасы.

**Чистый оборотный капитал (Net Working Capital - NWC):**

$$NWC = TCA - TCL. \quad (58)$$

### Показатели деловой активности (Activity ratios)

**Оборачиваемость материально-производственных запасов (Stock Turnover - ST):**

$$ST = \frac{CGS}{Inv} ST, \quad (59)$$

где CGS (Cost of Goods Sold) – переменные издержки.

**Оборачиваемость дебиторской задолженности (Average Collection Period - ACP):**

$$ACP = \frac{AR \times 365}{NS}, \quad (60)$$

где AR (Account Receivable) – среднее значение дебиторской задолженности за год;  
NS (Net Sales) – суммарная выручка за год.

**Оборачиваемость кредиторской задолженности (Creditor/Purchase ratio - CR):**

$$CP = \frac{AP \times 365}{P}, \quad (61)$$

где AP (Account Payable) – среднее значение кредиторской задолженности за год;  
P (Purchases) – сумма закупок за год.

Заметим, что в отечественной практике оборачиваемость кредиторской задолженности принято определять по выручке [94. С. 293].

**Оборачиваемость оборотного капитала (Net Working Capital Turnover - NCT):**

$$NCT = \frac{NC}{NWC}. \quad (62)$$

**Оборачиваемость основных средств (Fixed Assets Turnover - FAT):**

$$FAT = \frac{NS}{FA}. \quad (63)$$

### Показатели рентабельности (Profitability ratios)

Характеризуют прибыльность деятельности ОРР.

**Рентабельность валовой прибыли (Gross Profit Margin - GPM):**

$$GPM = \frac{GP}{NS}, \quad (64)$$

где GP (Gross Profit) – валовая прибыль.

**Рентабельность операционной прибыли (Operation Profit Margin - OPM):**

$$OPM = \frac{OP}{NS}, \quad (65)$$

где OP (Operating Profit) – операционная прибыль.

**Рентабельность чистой прибыли (Net Profit Margin - NPM):**

$$NPM = \frac{PAT}{NS}, \quad (66)$$

где PAT (Profit After Tax) – чистая прибыль.

**Рентабельность оборотных активов (Return on Current Assets - RCA):**

$$RCA = \frac{PAT}{CA}, \quad (67)$$

где CA (Current Assets) – оборотные средства.

**Рентабельность внеоборотных активов (Return on Fixed Assets - RFA):**

$$RFA = \frac{PAT}{FA}. \quad (68)$$

**Рентабельность активов (Return on Investment - ROI):**

$$ROI = \frac{PAT}{TA}. \quad (69)$$

**Рентабельность собственного капитала (Return on Share Holders' Equity- ROE):**

$$ROE = \frac{PAT}{EQ}. \quad (70)$$

### Показатели акций (Investment ratios)

Характеризуют стоимость и доходность обыкновенных и привилегированных акций ОРР.

**Прибыль на акцию (Earning per Ordinary Share - EPOS):**

$$EPOS = \frac{PAT - PD}{NOOS}, \quad (71)$$

где PD (Preference Dividends) – дивиденды по привилегированным акциям;  
NOOS (Number of Ordinary Shares) – количество обыкновенных акций.

**Дивиденды на акцию (Dividends per Ordinary Share - DPOS):**

$$DPOS = \frac{OD}{NOOS}, \quad (72)$$

где OD (Ordinary Dividends) – дивиденды на обыкновенные акции.

**Покрывание дивидендов (Ordinary Dividend Coverage - ODC):**

$$ODS = \frac{PAT - PD}{OD}. \quad (73)$$

**Сумма активов на акцию (Total Assets per Ordinary Share - TAOS):**

$$TAOS = \frac{TA}{NOOS}. \quad (74)$$

**Соотношение цены и доходности акций (Price to Earnings - P/E):**

$$P/E = \frac{SMP}{EPOS}, \quad (75)$$

где SMP (Share Market Price) – рыночная цена акции.

В [95] не приводятся классификации финансовых показателей в том виде, как это сделано в других упомянутых выше публикациях. Однако среди более чем тридцати различных показателей выделяются шесть, которые, по нашему мнению, являются результатом «ценнейшего опыта финансового менеджмента, накопленного западными промышленниками и банкирами за многовековую историю рыночной цивилизации» [95. С. 9]:

1. 
$$\begin{aligned} & \text{Добавленная стоимость (ДС)} = \\ & = \text{Стоимость произведенной продукции} - \\ & - \text{Стоимость потребленных материальных средств.} \end{aligned} \quad (76)$$

2. 
$$\begin{aligned} & \text{Брутто-результат эксплуатации инвестиций (БРЭИ)} = \\ & = \text{ДС} - \text{Все расходы, связанные с оплатой труда} \\ & \text{и социальными выплатами и налогами.} \end{aligned} \quad (77)$$

3. 
$$\begin{aligned} & \text{Нетто-результат эксплуатации инвестиций (НРЭИ)} = \\ & = \text{БРЭИ} - \text{Все затраты на восстановление основных средств.} \end{aligned} \quad (78)$$

Т.е. НРЭИ = Прибыль + Налоги + Проценты за кредит.

4. 
$$\text{Коммерческая маржа (КМ)} = \frac{\text{НРЭИ}}{\text{Выручка}}. \quad (79)$$

5. 
$$\text{Коэффициент трансформации (КТ)} = \frac{\text{Выручка}}{\text{Актив}}. \quad (80)$$

6. 
$$\begin{aligned} & \text{Экономическая рентабельность активов} \\ & (\text{ЭРА}) = \text{КМ} \times \text{КТ} = \frac{\text{НРЭИ}}{\text{Актив}}. \end{aligned} \quad (81)$$

### **Базисные соотношения, характеризующие финансовое состояние ОРР банка**

#### **Выводы из обзора финансовых показателей**

1) Анализ многообразия финансовых показателей, которые присутствуют в экономической литературе, позволяет выделить соотношения, которые являются **базисными**.

Базисными они названы не только потому, что все финансовые показатели, извлекаемые из документов финансовой отчетности, являются той или иной комбинацией или конкретизацией каких-либо базисных соотношений. Но и потому, что они являются в достаточной степени независимыми характеристиками ОРР.

Мы предлагаем следующий *перечень базисных соотношений*:

1. Финансовая устойчивость (обеспеченность) ОРР: (82)  
соотношение оборотных активов и собственных источников их формирования.
2. Ликвидность ОРР: (83)  
соотношение легко реализуемых активов и краткосрочных обязательств.
3. Платежеспособность ОРР: (84)  
соотношение активов и долгосрочных обязательств.
4. Деловая активность (оборачиваемость) ОРР: (85)  
соотношение выручки и оборотных активов/пассивов.
5. Рентабельность (прибыльность) деятельности ОРР: (86)  
соотношение доходов (прибыли) и расходов (активов)
6. Инвестиционная привлекательность ОРР: (87)  
соотношение цены и доходности акций.
7. Финансовый рычаг ОРР: (88)  
соотношение рентабельности деятельности и цены заемного капитала.
8. Производственный рычаг ОРР: (89)  
соотношение прибыли и условно-постоянных затрат.

Для иллюстрации «ширины охвата» базисными соотношениями отметим связь последних с финансовыми показателями, рекомендуемыми в [81. С. 171–172].

Анализ показывает:

- Отношение  $\frac{\text{Оборотный капитал}}{\text{Совокупные активы}}$  может быть выведено из базисных соотношений типа 2 и 3.
- Отношение  $\frac{\text{Балансовая прибыль}}{\text{Общая задолженность}}$  может быть выведено из базисных соотношений типа 3 и 5.
- Отношение  $\frac{\text{Рыночная стоимость акций}}{\text{Общая задолженность}}$  может быть выведено из базисных соотношений типа 4 и 6.
- Отношения  $\frac{\text{Нераспределенная между акционерами прибыль}}{\text{Совокупные активы}}$ ,  $\frac{\text{Прибыль до выплаты налогов и процентов}}{\text{Совокупные активы}}$ ,  $\frac{\text{Объем продаж}}{\text{Совокупные активы}}$  можно вывести из базисных соотношений типа 5.

2) Финансовые показатели сами по себе мало о чем говорят. Как правило, для оценки финансового состояния рекомендуют набрать статистический материал и исследовать динамику каждого из показателей. Остается вопрос: как оценить финансовые показатели в совокупности?

Перспективным методом, на наш взгляд, является использование агрегированных показателей – полиномиальных комбинаций отдельных финансовых показателей, в частности, линейных комбинаций.

Следует заметить, что в качестве составляющих линейных комбинаций в исследованиях необходимо использовать независимые финансовые показатели (мы назвали их базисными) – только тогда разработка эффективного агрегированного показателя станет возможной.

### Агрегированные финансовые показатели ОРР банка

Отечественная практика экономического анализа в настоящее время не располагает общепризнанной методикой оценки финансовых показателей, которые подтвердились бы статистикой банкротств и статистикой устойчивости предприятий. Поэтому для оценки финансового состояния хозяйствующего субъекта пытаются применять американские методики.

В частности, широко известен следующий агрегированный показатель:

$$Z = 1,2П1 + 1,4П2 + 3,3П3 + 0,6П4 + 1,0П5, \quad (90)$$

где  $П1 = \frac{\text{Оборотные средства} - \text{Краткосрочные обязательства}}{\text{Совокупные активы}}$ ;

$$П2 = \frac{\text{Нераспределенная прибыль прошлых лет}}{\text{Совокупные активы}};$$

$$П3 = \frac{\text{Балансовая прибыль}}{\text{Совокупные активы}};$$

$$П4 = \frac{\text{Капитал корпораций}}{\text{Совокупные обязательства}};$$

$$П5 = \frac{\text{Объем продаж}}{\text{Совокупные активы}}.$$

Легко заметить, что показатели П1–П5 совпадают с показателями из [9. С. 185] и [81. С. 171–172].

По мнению американских экономистов, показатель (90) позволяет прогнозировать банкротства:

- в 90% случаев за год до банкротства;
- в 70% случаев за два года до банкротства;
- в 50% случаев за три года до банкротства.

Модель такова:

- $Z > 3$  – состояние устойчивое;
- $Z < 1,8$  – состояние не устойчивое;
- $1,8 < Z < 3$  – состояние неопределенное.

Экономика США, где работает эта методика, радикально отличается от российской: от законодательного и налогового окружения до традиций и мотивации к труду участников общественного производства. Т.е. в отечественной практике работают другие статистические закономерности, в российских условиях необходимо выявлять свои агрегированные показатели, обладающие прогностическими свойствами.

### Показатели перспектив ОРР банка (Prospects)

Показатели перспектив ОРР банка представляют следующий иерархический уровень показателей обеспечения возвратности размещенных ресурсов – с более высоким уровнем рискованности.

Если предприятие специально создано для реализации инвестиционных проектов (ИП), показатели перспектив являются важнейшей формой ОШС.

Показатели, которые мы назвали показателями перспектив, в экономической литературе именуется показателями эффективности ИП.

В отличие от перечня показателей финансового состояния перечень показателей эффективности достаточно стабилен: в него включают пять основных показателей:

**1. Чистая приведенная стоимость ИП (Net Present Value - NPV):**

$$NPV = \sum_{i=1}^T \frac{P_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^T \frac{S_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^T \frac{Z_i}{(1+r)^i}, \quad (91)$$

где  $P_i$  – доходы в  $i$ -ом периоде;

$S_i$  – прочие расходы в  $i$ -ом периоде;

$Z_i$  – капитальные вложения в  $i$ -ом периоде;

$T$  – продолжительность жизни ИП в периодах (расчетный срок размещения ресурсов банка);

$r$  – ставка дисконтирования.

Если при  $r$  больше, чем цена заемного капитала, выполняется соотношение  $NPV > 0$ , то ИП считается эффективным (при данной ставке дисконтирования).

Очевидно, что  $NPV$  является самым простым и надежным способом проверки абсолютной прибыльности ИП с учетом того, что деньги имеют временную ценность.

Если из формулы (91) исключить капитальные вложения, получим показатель эффективности ИП в эксплуатационной стадии.

**2. Индекс рентабельности (Profitability Index - PI) :**

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^T \frac{P_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^T \frac{S_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^T \frac{Z_i}{(1+r)^i}}. \quad (92)$$

Если при  $r$  больше, чем цена заемного капитала, выполняется соотношение  $PI > 1$ , то проект считается эффективным (при данной ставке дисконтирования).

Очевидно,  $PI$  является самым простым и надежным способом проверки рентабельности капитальных вложений с учетом того, что деньги имеют временную ценность.

Если в знаменателе формулы (92) заменить  $Z$  на  $S$ , то получим индекс рентабельности в эксплуатационной стадии.

**3. Внутренняя ставка доходности (Internal Rate of Return - IRR).**

$IRR = r$  определяется из уравнения:

$$\sum_{i=1}^T \frac{P_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^T \frac{S_i}{(1+r)^i} + \sum_{i=1}^T \frac{Z_i}{(1+r)^i}. \quad (93)$$

Численные методы математики позволяют решать подобные уравнения с какой угодно наперед заданной точностью.

Очевидно, что  $IRR$  является самым простым и надежным способом проверки доходности вложений – с учетом временной ценности денег – путем сравнения с доходностью альтернативных ОРР.

Если в формуле (93) исключить капитальные вложения, получим внутреннюю ставку доходности в эксплуатационной стадии.

**4. Срок окупаемости проекта (Payback Period - PP).**

$PP$  определяется из неравенства:

$$\sum_{i=1}^{PP} \frac{P_i}{(1+r)^i} \geq \sum_{i=1}^{PP} \frac{S_i}{(1+r)^i} + \sum_{i=1}^{PP} \frac{Z_i}{(1+r)^i}. \quad (94)$$

Если  $r$  – стоимость заемного капитала, то, очевидно, что РР является самым простым и надежным способом проверки – с учетом временной стоимости денег – объективной возможности возврата размещенных ресурсов банка в определенный срок.

### 5. Точка безубыточности ИП ( Break Even Point - ВЕР)

ВЕР определяется из уравнения :

$$\text{ВЕР} = \frac{\sum_{k=1}^L C_k}{Pr - Sv} , \quad (95)$$

где  $C_k$  – условно-постоянные затраты  $k$ -го типа на данное производство;

$Pr$  – цена единицы продукции;

$Sv$  – условно-переменные затраты на единицу продукции.

Если возможно определение условно-постоянных затрат, ВЕР является самым простым и наглядным способом определения минимально допустимого уровня продаж для получения прибыли. Чем больше разнится предполагаемый уровень продаж и ВЕР, тем выше запас финансовой устойчивости ОРР.

Возможно использование и других (кроме приведенных) показателей эффективности, отражающих специфику ИП и интересы банка.

Заметим, что существует множество программных продуктов, реализующих методы расчета показателей эффективности на персональных компьютерах. Использование программных продуктов становится полезным при расчетах эффективности крупных ИП, предполагающих денежные потоки со множеством членов и продолжительные во времени. Использование программных продуктов становится просто необходимым в расчетах с учетом изменяющихся темпов инфляции и курсов валют, а также при изменяющихся от периода к периоду параметрах расчета.

Введем обозначения:

$M_i$  – член денежного потока ( $P$ ,  $S$  или  $Z$ ) в  $i$ -м периоде в ценах начального момента;

$M_{ij}$  –  $j$ -я составляющая  $M$  в начальный момент;

$E_{kj}$  – темп прироста инфляции по  $j$ -й составляющей в  $k$ -м периоде;

$R_k$  – ставка дисконтирования в  $k$ -м периоде;

$A_k$  – дефлятор ВВП (Валового национального продукта) в  $k$ -м периоде;

$N_i$  – приведенный к начальному моменту член потока  $M_i$ .

Тогда приведенный член потока будет определяться по формуле:

$$N_i = \sum_{i=1}^T \frac{\prod_{k=1}^i A_k \sum_{j=1}^L M_{ij} \prod_{k=1}^i (1 + E_{kj})}{\prod_{k=1}^i (1 + r_k)} . \quad (96)$$

Введение в формулу (96) величины  $E_{kj}$  объясняется необходимостью учета изменений в структуре затрат и доходов.

Введение в формулу (96) величины  $A_k$  объясняется необходимостью корректировки дисконтирующего множителя (который может быть жестко связан, например, со ставкой банковского процента).

### **Показатели достоверности обеспечения возвратности размещенных ресурсов банка**

Показатели достоверности обеспечения возвратности размещенных ресурсов банка в наименьшей степени подвергаются какой-либо регламентации: таковыми могут служить любые параметры ОРР, предоставляющие прямую или косвенную информацию о достоверности (надежности) обеспечения.

Перечень показателей достоверности всегда будет открыт. Пополнение и уточнение этого перечня может осуществляться на всех этапах работы по размещению банковских активов: как на стадии составления портфеля потенциальных ОРР, на стадии выявления факторов риска, так и в процессе принятия решения о конкретном ОРР. Рамки настоящей работы не позволяют сделать подробное описание показателей обеспечения.

Целесообразно привести перечень основных классов и групп показателей достоверности: во-первых, чтобы очертить круг проблем для банковских исследований и, во-вторых, чтобы подчеркнуть значение в модели оценки рискованности ряда распространенных показателей рискованности (например, политическая ситуация в регионе или имидж реципиента) и наметить таким образом задачи их анализа.

В целом показатели достоверности обеспечения делятся на два класса: показатели, связанные с объективными условиями, и показатели, связанные с субъективными условиями деятельности ОРР. Однако, в соответствии с предложенной моделью оценки рискованности из класса показателей достоверности, связанных с субъективными условиями деятельности ОРР, мы выделяем два дополнительных класса, играющих весьма важную роль в оценке достоверности обеспечения: показатели достоверности, связанные с уровнем планирования на ОРР банка, и показатели достоверности, связанные с особенностями финансирования деятельности ОРР.

### **Показатели объективных условий деятельности ОРР банка(Conditions)**

В данный класс включаются характеристики ОРР, не зависящие от воли, желания, опыта и способностей персонала потенциального ОРР, но влияющие на его имущество, состояние и перспективы.

Основные группы показателей данного класса следующие:

- Географическое положение ОРР.
- Политическая ситуация в регионе расположения ОРР.
- Экономическая ситуация в регионе расположения ОРР.
- Сырьевая база ОРР.
- Трудовые ресурсы.
- Рынки сбыта продукции ОРР.
- Конкуренты ОРР.
- Партнеры ОРР.
- Экологическая ситуация в регионе расположения ОРР.
- Налоговое окружение ОРР и др.

### **Показатели уровня планирования на ОРР (Planning)**

В данный класс включаются характеристики полноты, глубины, грамотности и ориентиров плановой работы на ОРР. Основные группы показателей достоверности этого класса следующие:

- Сальдо реальных денег (Cash Flow).
- План всех работ.

- План маркетинга и сбытовая программа.
- Подписанные, подготовленные и планируемые контракты (контрактная база) и др.

### **Показатели финансирования ОРР банк (Budgeting)**

В данный класс включаются характеристики инвесторов ОРР, а также форм, способов и структуры финансирования ОРР.

Основные группы показателей достоверности этого класса следующие:

- Состав инвесторов, их репутация.
- Финансовое состояние инвесторов.
- Степень заинтересованности инвесторов.
- Координация действий инвесторов.
- Доля банка в общем объеме инвестиционных средств.
- Возможности выплаты процентов и/или дивидендов в допроизводственной фазе и др.

### **Показатели субъективных условий деятельности ОРР банка (Character)**

В данный класс включаются все прочие (не вошедшие в классы показателей Planning и Budgeting) характеристики ОРР банка, зависящие от персонала ОРР и условий его работы.

Основные группы показателей достоверности этого класса следующие:

- Состав учредителей ОРР, их репутация и финансовое состояние.
- Состав крупнейших акционеров ОРР, их репутация и финансовое состояние.
- История и репутация ОРР.
- Имидж ОРР.
- Приоритетность ОРР для банка.
- Состав руководства ОРР, его репутация.
- Опыт руководства, в том числе в реализации инвестиционных проектов.
- Отношения руководства с органами власти и государственными организациями и др.

### **Показатели чувствительности ОРР банка к факторам риска**

Целью анализа чувствительности ОРР является определение степени влияния изменяющихся условий деятельности ОРР на обеспечение возвратности размещенных ресурсов банка.

Изменяющиеся условия деятельности ОРР, непосредственно влияющие на показатели обеспечения, будем именовать **факторами риска**.

Степень влияния факторов риска на показатели обеспечения характеризуются показателями чувствительности ОРР банка. Иными словами, показатель чувствительности ОРР – это показатель эластичности показателя обеспечения.

Следует заметить, что не всегда изменяющиеся условия деятельности, влияющие на показатели обеспечения, являются факторами риска. Например, показатели политической ситуации в регионе, в котором расположен ОРР, являются показателем рискованности ОРР, но не являются факторами риска, так как влияют на показатели обеспечения опосредованно: факторы риска необходимо формально определить, исходя из показателей политической ситуации. С другой стороны, изменение уровня продаж, вызванное изменением политической ситуации в регионе, является фактором риска, так как объем продаж непосредственно участвует в расчете многих показателей обеспечения.

Таким образом, анализ чувствительности ОРР банка должен включать два этапа:

1. Анализ всех показателей рискованности ОРР банка и определение факторов риска деятельности ОРР.

2. Определение степени влияния факторов риска на показатели обеспечения, т. е. определение показателей чувствительности и анализ их значений.

Некоторые исследователи полагают, что самыми влиятельными факторами риска являются следующие (неформальные определения):

- увеличение физического объема продаж;
- повышение цены на продукцию;
- увеличение объема инвестиций;
- продолжительность сбыта продукции на рынке;
- задержка платежей за реализованную продукцию;
- изменение спроса на продукцию;
- нестабильность поставок сырья и комплектующих;
- сокращение условно-переменных производственных затрат;
- сокращение условно-постоянных затрат;
- увеличение доли заемного капитала по отношению собственному.

В [49. С. 166–168] к данному перечню добавляют еще два:

- продолжительность производственно-технологического цикла;
- периодичность и объемы формирования текущих производственных запасов.

Кроме того, в [49] приводятся таблицы «раскладки» этих факторов риска на составляющие (формально определенные факторы риска) и таблицы возможных последствий изменения условий деятельности ОРР.

Для оценки влияния различных факторов риска на показатели обеспечения и определения показателей чувствительности используется методика построения графиков и/или таблиц зависимости показателей обеспечения от факторов риска.

Графики и таблицы исследуются методами математической статистики. По допустимым вариациям показателей обеспечения определяют допустимые вариации факторов риска. Если известно распределение вероятностей значений факторов риска, возможна оценка распределения значений показателей обеспечения. Проблемой остается определение ссудного риска по значениям совокупности показателей рискованности ОРР банка.

## 2.4. Методологические аспекты формализованной оценки рискованности объекта размещения ресурсов банка



Определение

Под **формализованной методикой** оценки рискованности ОРР мы понимаем некий алгоритм принятия решения о рискованности ОРР по значениям показателей, характеризующих ОРР.

Любая методика подобного типа предполагает решение следующих проблем:

1. Определение понятий риска размещения ресурсов и рискованности ОРР, а также операций над ними.
2. Определение перечня факторов рискованности ОРР, а также источников информации о них.
3. Определение соответствующих количественных показателей и классов (групп) важнейших показателей.

4. Определение распределений рискованностей (по аналогии с распределением вероятностей) для каждого значимого показателя.
5. Построение алгоритма определения (расчета) рискованности ОРР по значениям показателей, их характеризующих.

Если проблема 4 решена и показатели ОРР независимы, то проблема 5 решается простым применением формул теории вероятностей или выводом формул в соответствии с аксиомами теории вероятностей. Однако в практической работе по оценке рискованности ОРР, во-первых, зависимость показателей, как правило, не поддается оценке, во-вторых, распределение рискованностей также неизвестно. Иными словами, банковский работник, оценивающий рискованность ОРР, может определить лишь перечень основных факторов, влияющих на рискованность ОРР, и рассчитать значения отдельных количественных показателей, которых может оказаться очень много. Этим не снимается проблема оценки рискованности ОРР, но, наоборот, лицо, принимающее решение (ЛПР), вынуждено будет принимать его в условиях еще большей неопределенности.

Для того чтобы снизить эту неопределенность и каким-то образом структурировать проблему [65. С. 13], ЛПР должно опираться и на субъективные методы, сохраняя рамки рациональной формализованной системы оценки. Отсюда главной проблемой разработки методов оценки рискованности ОРР является определение наилучшего – по времени, затратам и продуктивности, сочетания объективных (формализованных, математических) и субъективных (построенных по экспертным оценкам) методов в одном алгоритме.

В настоящей работе предлагается два подхода к решению проблемы практического алгоритма указанного типа.

### 1. Метод агрегации

В основу метода агрегации положена модель оценки рискованности ОРР банка, рассмотренная выше.

Данный метод предполагает проведение следующих процедур.

1. Вычисляется значение агрегированного показателя несоответствия  $A_0$ :

$$A_0 = \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i,$$

где  $\alpha_i$  – показатель несоответствия;

$a_i$  – его удельный вес.

2. Если  $A_0 > A_H$ , где  $A_H$  – граница **категории несоответствия**, то ОРР зачисляется в высшую категорию рискованности.

3. Вычисляется значение агрегированного показателя обеспечения  $k$ -го иерархического уровня  $B(k)$  (см. выше):

$$B(k) = \sum_{i=1}^M \beta_i(k) b_i(k),$$

где  $\beta_i(k)$  – показатель обеспечения  $k$ -го иерархического уровня;

$b_i(k)$  – его удельный вес.

4. Определяется **категория обеспечения** по величине  $B_0$ :

$$B_0 = \sum_{k=1}^L B(k)g(k),$$

где  $g(k)$  – вес  $k$ -го иерархического уровня,

$L$  – количество иерархических уровней.

5. Вычисляется значение агрегированного показателя достоверности  $k$ -го иерархического уровня  $C_k$ :

$$C(k) = \sum_{i=1}^P \gamma_i(k) c_i(k),$$

где  $\gamma_i(k)$  – показатель достоверности  $k$ -го иерархического уровня;

$c_i(k)$  – его удельный вес;

$P$  – количество показателей достоверности  $k$ -го иерархического уровня.

6. Определяется **категория достоверности** по величине  $C_0$ :

$$C_0 = \frac{\sum_{k=1}^L B(k) C(k) g(k)}{\sum_{k=1}^L C(k) g(k)}.$$

7. Выявляются варьируемые показатели ОРР (факторы риска) и их влияние на показатели обеспечения всех иерархических уровней.

8. Вычисляется значение агрегированного показателя чувствительности  $k$ -го иерархического уровня  $D(k)$ :

$$D(k) = \sum_{i=1}^Q \delta_i(k) d_i(k),$$

где  $\delta_i(k)$  – показатель чувствительности  $k$ -го иерархического уровня;

$d_i(k)$  – его удельный вес;

$Q$  – количество показателей чувствительности  $k$ -го иерархического уровня.

9. Определяется **категория чувствительности** по величине  $D_0$ :

$$D_0 = \sum_{k=1}^L D(k) g(k).$$

10. По сектору расположения точки  $E_0 = (B_0, C_0, D_0)$  в кубе, ребра которого определяются границами категорий обеспечения, достоверности и чувствительности, определяется **категория рискованности** (рис. 2).

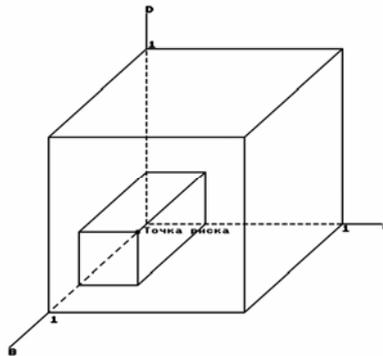


Рис. 2. Категория рискованности

11. ЛПР в банке оценивает ссудный риск по категории рискованности.

Априори экспертным путем оцениваются величины  $a_i$ ,  $b_i(k)$ ,  $c_i(k)$ ,  $d_i(k)$ ,  $g(k)$ , границы категорий. Формализуются показатели  $\alpha_i$ ,  $\beta_i(k)$ ,  $\gamma_i(k)$ ,  $\delta_i(k)$  в соответствии с требованиями:

1) область значений  $[0,1]$ ;

2) чем выше рискованность, тем больше значение показателя.

Затем все эти величины, а также содержание иерархических уровней обеспечения, уточняются.

## 2. Ранговый метод

В печати регулярно публикуются различные рейтинги крупнейших компаний и предприятий, т.е. определенное количество (100, 200, 500 или 1000) крупнейших хозяйствующих субъектов ранжируют по некоторым определенным показателям. В частности, приводятся рейтинги крупнейших отечественных компаний по следующим показателям:

- объем продаж;
- балансовая прибыль;
- прибыль после налогообложения;
- дебиторская задолженность;
- кредиторская задолженность;
- совокупные активы;
- капитализация (совокупная рыночная цена обыкновенных и привилегированных акций);
- объем реализации на одного работающего;
- отношение годовой реализации к капитализации;
- отношение P/E;
- отношение дивидендов обыкновенных акций к их цене (D/P ratio );
- рентабельность.

Подобные таблицы рейтингов называются **топ-списками**.

Ранговый метод предполагает проведение следующих процедур:

1. Выбор топ-списка (по объему и достоверности) и присоединение к нему всех ОРР банка – бывших и нынешних. Получаем список предприятий, основные показатели которых известны и рискованность которых также в определенной степени известна. Будем именовать его смешанным списком.
2. Абсолютные показатели компаний, вошедших в смешанный список, нормируются объемом совокупных активов.
3. Проводится ранжирование смешанного списка по всем показателям.
4. Для оценивания ОРР определяется ранг  $r(\xi_i)$  по каждому показателю  $r(\xi_i)$ .
5. Определяется совокупный ранг ОРР:

$$R = \sum_{i=1}^N r(\xi_i) w_i ,$$

где  $W_i$  – вес  $i$ -го показателя (определяется экспертным путем), а также совокупный ранг всех компаний смешанного списка.

6. Проводится ранжирование всех компаний из смешанного списка, а также ОРР, по совокупному рангу.
7. В зависимости от того, какое место займет совокупный ранг ОРР, ему присваивается **категория рискованности**.
8. ЛПР в банке оценивает рискованность ОРР, учитывая его совокупный ранг, т.е. категорию рискованности.
9. Смешанный список постоянно пополняется в процессе повседневной деятельности, границы категорий рискованности уточняются.

## Тема 3.

---

### Стратегические игры

#### Изучив данную тему, студент должен

##### знать:

- основные процессы исследования стратегических игр;
- свойства игр двух лиц с противоположными интересами;

##### уметь:

- понимать связь матричных игр с линейным программированием;
- определять множество стратегий игроков в матричной игре;
- определять оптимальные чистые и смешанные стратегии;
- находить оптимальные стратегии в матричной игре со стороны первого и второго игроков.

#### При изучении данной темы необходимо акцентировать внимание на следующих понятиях:

- определение оптимальных чистых и смешанных стратегий;
- связь нахождения оптимальных стратегий с линейным программированием;
- стратегические игры;
- матрица игры.

#### Для самопроверки по теме 3 необходимо ответить на вопросы:

1. Каковы основы теории матричных игр двух лиц с нулевой суммой.
2. Как определяется седловая точка.
3. Оптимальные чистые и смешанные стратегии.
4. Какова связь нахождения оптимальных стратегий с линейным программированием.
5. Что такое игра.



Основные понятия теории стратегических игр. Смешанные стратегии. Связь нахождения оптимальных стратегий с линейным программированием.

### Цели и задачи изучения темы:

познакомить студента с одним из основных способов оценки рискованных ситуаций – матричными играми.

## 3.1. Основные понятия теории стратегических игр

На практике часто появляется необходимость согласования действий фирм, объединений, министерств и других участников проектов в случаях, когда их интересы не совпадают. В таких ситуациях теория игр позволяет найти лучшее решение для поведения участников, обязанных согласовывать действия при столкновении интересов.

Теория игр все шире проникает в практику экономических решений и исследований. Ее можно рассматривать как инструмент, помогающий повысить эффективность плановых и управленческих решений. Это имеет большое значение при решении задач в промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте, в торговле, особенно при заключении договоров с иностранными государствами на любых иерархических уровнях. Так, можно определить научно обоснованные уровни снижения розничных цен и оптимальный уровень товарных запасов, решать задачи экскурсионного обслуживания и выбора новых линий городского транспорта, задачу планирования порядка организации эксплуатации месторождений полезных ископаемых в стране и др. Классической стала задача выбора участков земли под сельскохозяйственные культуры. Метод теории игр можно применять при выборочных обследованиях конечных совокупностей, при проверке статистических гипотез.

Обычно теорию игр определяют как раздел математики для изучения конфликтных ситуаций. Это значит, что можно выработать оптимальные правила поведения каждой стороны, участвующей в решении конфликтной ситуации.

В экономике, например, оказался недостаточным аппарат математического анализа, занимающийся определением экстремумов функций. Появилась необходимость изучения так называемых оптимальных минимаксных и максиминных решений. Следовательно, теорию игр можно рассматривать как новый раздел оптимизационного подхода, позволяющего решать новые задачи при принятии решений.



**Игра** – упрощенная формализованная модель реальной конфликтной ситуации. Математически формализация означает, что выработаны определенные правила действия сторон в процессе игры: варианты действия сторон; исход игры при данном варианте действия; объем информации каждой стороны о поведении всех других сторон.

Одну играющую сторону при исследовании операций может представлять коллектив, преследующий некоторую общую цель. Однако разные члены коллектива могут быть по-разному информированы об обстановке проведения игры.

Выигрыш или проигрыш сторон оценивается численно, другие случаи в теории игр не рассматриваются, хотя не всякий выигрыш в действительности можно оценивать количественно.

*Игрок* — одна из сторон в игровой ситуации. *Стратегия игрока* — его правила действия в каждой из возможных ситуаций игры. Существуют игровые системы управления, если процесс управления в них рассматривается как игра.

Платежная матрица (матрица эффективности, матрица игры) включает все значения выигрышей (в конечной игре). Пусть игрок 1 имеет  $m$  стратегий  $A_i$ , а игрок 2 —  $n$  стратегий  $B_j$  ( $i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$ ). Игра может быть названа игрой  $m \times n$ . Представим матрицу эффективности игры двух лиц с нулевой суммой, сопроводив ее необходимыми обозначениями (табл. 1).

Таблица 1

Игрок 1 \ Игрок 2	$B_1$	$B_2$	...	$B_n$	$\alpha_i$
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$	$\alpha_1$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$	$\alpha_2$
...	...	...	...	...	...
$A_m$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mn}$	$\alpha_m$
$\beta_j$	$\beta_1$	$\beta_2$	...	$\beta_n$	

В данной матрице элементы  $a_{ij}$  — значения выигрышей игрока 1 — могут означать и математическое ожидание выигрыша (среднее значение), если выигрыш является случайной величиной. Величины  $\alpha_i, i = \overline{1, m}$ , и  $\beta_j, j = \overline{1, n}$  — соответственно минимальные значения элементов  $a_{ij}$  по строкам и максимальные — по столбцам. Их содержательный смысл будет отражен ниже.

В теории игр не существует установившейся классификации видов игр. Однако по определенным критериям некоторые виды можно выделить.

**Количество игроков.** Если в игре участвуют две стороны, то ее называют игрой двух лиц. Если число сторон больше двух, ее относят к игре  $n$  игроков. Наибольший интерес вызывают игры двух лиц. Они и математически более глубоко проработаны, и в практических приложениях имеют наиболее обширную библиографию [6, 10, 19, 20].

**Количество стратегий игры.** По этому критерию игры делятся на конечные и бесконечные. В *конечной игре* каждый из игроков имеет конечное число возможных стратегий. Если хотя бы один из игроков имеет бесконечное число возможных стратегий, игра является *бесконечной*.

**Взаимоотношения сторон.** Согласно данному критерию игры делятся на кооперативные, коалиционные и бескоалиционные. Если игроки не имеют право вступать в соглашения, образовывать коалиции, то такая игра относится к *бескоалиционному*; если игроки могут вступать в соглашения, создавать коалиции — *коалиционной*. *Кооперативная игра* — это игра, в которой заранее определены коалиции.

**Характер выигрышей.** Этот критерий позволяет классифицировать игры с нулевой и с ненулевой суммой. *Игра с нулевой суммой* предусматривает условие: «сумма выигрышей всех игроков в каждой партии равна нулю». Игры двух игроков с нулевой суммой относят к классу антагонистических. Естественно, выигрыш одного игрока при этом равен проигрышу другого. Примерами игр с нулевой суммой служат многие экономические задачи. В них общий капитал всех игроков перераспределяется между игроками, но не меняется. К играм с ненулевой суммой также можно отнести большое количество эконо-

номических задач. Например, в результате торговых взаимоотношений стран, участвующих в игре, все участники могут оказаться в выигрыше. Игра, в которой нужно вносить взнос за право участия в ней, является *игрой с ненулевой суммой*.

**Вид функции выигрышей.** По этому критерию игры подразделяются на матричные, биматричные, непрерывные, выпуклые, сепарабельные и т.д. Поясним суть некоторых из них.

**Матричная игра** — конечная игра двух игроков с нулевой суммой. В общем случае ее платежная матрица является прямоугольной (см. табл. 1). Номер строки матрицы соответствует номеру стратегии, применяемой игроком 1. Номер столбца соответствует номеру стратегии игрока 2. Выигрыш игрока 1 является элементом матрицы. Выигрыш игрока 2 равен проигрышу игрока 1. Как показано в приложении, матричные игры всегда имеют решения в смешанных стратегиях. Они могут быть решены методами линейного программирования.

**Биматричная игра** — конечная игра двух игроков с ненулевой суммой. Выигрыши каждого игрока задаются своей матрицей, в которой строка соответствует стратегии игрока 1, а столбец — стратегии игрока 2. Однако элемент первой матрицы показывает выигрыш игрока 1, а элемент второй матрицы — выигрыш игрока 2. Для биматричных игр так же, как и для матричных, разработана теория оптимального поведения игроков.

Если функция выигрышей каждого игрока в зависимости от стратегий является непрерывной, игра считается *непрерывной*. Если функция выигрышей выпуклая, то и игра — *выпуклая*.

Если функция выигрышей может быть разделена на сумму произведений функций одного аргумента, то игра относится к *сепарабельной*.

**Количество ходов.** Согласно этому критерию игры можно разделить на одношаговые и многошаговые. *Одношаговые игры* заканчиваются после одного хода каждого игрока. Так, в матричной игре после одного хода каждого из игроков происходит распределение выигрышей. *Многошаговые игры* бывают позиционными, стохастическими, дифференциальными и др.

**Информированность сторон.** По данному критерию различают игры с полной и неполной информацией. Если каждый игрок на каждом ходу игры знает все ранее примененные другими игроками на предыдущих ходах стратегии, такая игра определяется как *игра с полной информацией*. Если игроку не все стратегии предыдущих ходов других игроков известны, то игра классифицируется как *игра с неполной информацией*. Мы далее убедимся, что игра с полной информацией имеет решение. Решением будет седловая точка при чистых стратегиях.

**Степень неполноты информации.** По этому критерию игры подразделяются на статистические (в условиях частичной неопределенности) и стратегические (в условиях полной неопределенности, см. разд. 3.2). Игры с природой (см. гл. 3, 6) часто относят к статистическим играм. В статистической игре имеется возможность получения информации на основе статистического эксперимента, при котором вычисляется или оценивается распределение вероятностей состояний (стратегий) природы. С теорией статистических игр тесно связана теория принятия экономических решений.

Получив некоторое представление о существующих подходах к классификации игр, можно остановиться на оценках игры.

Рассмотрим матричную игру, представленную матрицей выигрышей  $m \times n$ , где число строк  $i = \overline{1, m}$ , а число столбцов  $j = \overline{1, n}$  (см. табл. 1). Применим принцип получения максимального гарантированного результата при наихудших условиях. Игрок 1 стремится принять такую стратегию, которая должна обеспечить максимальный проиг-

рыш игрока 2. Соответственно игрок 2 стремится принять стратегию, обеспечивающую минимальный выигрыш игрока 1. Рассмотрим оба этих подхода.

**Подход игрока 1.** Он должен получить максимальный гарантированный результат при наихудших условиях. Значит, при выборе отвечающей этим условиям своей чистой  $i$ -й стратегии (в табл. 1 ей соответствует  $i$ -я строка выигрышей) он должен выбрать гарантированный результат в наихудших условиях, т.е. наименьшее значение своего выигрыша  $a_{ij}$ , которое обозначим

$$\alpha_i = \min_j a_{ij}.$$

Чтобы этот гарантированный эффект в наихудших условиях был максимальным, нужно из всех  $\alpha_i$  выбрать наибольшее значение. Обозначим его  $\alpha$  и назовем чистой нижней ценой игры («максимин»):

$$\alpha = \max_i \alpha_i = \max_i \min_j a_{ij}.$$

Таким образом, максиминной стратегии отвечает строка матрицы, которой соответствует элемент  $\alpha$ . Какие бы стратегии ни применял игрок 2, игрок 1 максиминной чистой стратегией гарантировал себе выигрыш не меньший, чем  $\alpha$ . Таково оптимальное поведение игрока 1.

**Подход игрока 2.** Своими оптимальными стратегиями он стремится уменьшить выигрыш игрока 1, поэтому при каждой  $j$ -й чистой стратегии он отыскивает величину своего максимального проигрыша

$$\beta_j = \max_i a_{ij}.$$

в каждом  $j$ -м столбце, т.е. определяет максимальный выигрыш игрока 1, если игрок 2 применит  $j$ -ю чистую стратегию. Из всех своих  $n$   $j$ -х чистых стратегий он отыскивает такую, при которой игрок 1 получит минимальный выигрыш, т.е. определяет чистую верхнюю цену игры («минимакс»):

$$\beta = \min_j \beta_j = \min_j \max_i a_{ij}.$$

Чистая верхняя цена игры показывает, какой максимальный выигрыш может гарантировать игрок 1, применяя свои чистые стратегии, – выигрыш, не меньший, чем  $\alpha$ . Игрок 2 за счет указанного выше выбора своих чистых стратегий не допустит, чтобы игрок 1 мог получить выигрыш, больший, чем  $\beta$ . Таким образом, минимаксная стратегия отображается столбцом платежной матрицы, в котором находится элемент  $\beta$  (см. табл. 1). Она является оптимальной чистой гарантирующей стратегией игрока 2, если он ничего не знает о действиях игрока 1.

Чистая цена игры  $v$  – цена данной игры, если нижняя и верхняя ее цены совпадают:

$$\max_i \min_j a_{ij} = \min_j \max_i a_{ij} = v.$$

В этом случае игра называется *игрой с седловой точкой*.

**Пример 1.** Определить верхнюю и нижнюю цены при заданной матрице игры и указать максиминную и минимаксную стратегии. Представим матрицу игры с обозначениями стратегий  $\beta_j$ ,  $\alpha_i$  (табл. 2).

$A_i \backslash B_j$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$\alpha_i$
$A_1$	1	2	3	1
$A_2$	4	5	6	4
$\beta_j$	4	5	6	

Таблица 2

**Решение.** Определим нижнюю цену игры :

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 4; \alpha = 4 \text{ (см. столбец } \alpha_i \text{)}.$$

Определим верхнюю цену игры:

$$\beta_1 = 4; \beta_2 = 5; \beta_3 = 6; \beta = 4 \text{ (см. строку } \beta_j \text{)}.$$

Таким образом,  $\alpha = \beta = 4$ , т.е.

$$\max_i \min_j \alpha_{ij} = \min_j \max_i \alpha_{ij} = 4.$$

Значит,  $\alpha = \beta = v = 4$  - чистая цена игры при стратегиях  $A_2$  и  $B_1$ . Следовательно, имеем игру с седловой точкой.

**Пример 2.** Определим максиминную и минимаксную стратегии при заданной матрице эффективности (табл. 3).

Таблица 3

<i>Игрок 2</i>		$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$
<i>Игрок 1</i>					
$A_1$		2	7	6	10
$A_2$		8	4	9	5

**Решение.** Определим максиминную стратегию:

$$\alpha_1 = 2; \alpha_2 = 4; \alpha = 4.$$

Максиминная стратегия - строка  $A_2$ .

Определим минимаксную стратегию:

$$\beta_1 = 8; \beta_2 = 7; \beta_3 = 9; \beta_4 = 10; \beta = 7.$$

Минимаксная стратегия - столбец  $B_2$ . Здесь  $\alpha < \beta$ , следовательно, седловой точки нет.

Если матрица игры содержит элемент, минимальный в своей строке и максимальный в своем столбце, то он, как уже сказано выше, является седловой точкой. В этом случае мы имеем игру с седловой точкой.

Пусть в игре с седловой точкой один игрок придерживается седловой точки, тогда другой получит лучший результат, если также будет придерживаться этой точки. Лучшее поведение игрока не должно повлечь уменьшение его выигрыша. Зато худшее поведение может привести к этому. В данном случае решением игры являются:

- чистая стратегия игрока 1;
- чистая стратегия игрока 2;
- седловой элемент.

Оптимальные чистые стратегии - это чистые стратегии, образующие седловую точку.

В игре без седловой точки, если игрок 1 информирован о стратегии, принятой игроком 2, он сможет принять оптимальную стратегию, которая не совпадает с максиминной.

**Пример 3.** Дана матрица игры

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 8 & 6 & 11 \\ 8 & 4 & 12 & 7 & 9 \end{pmatrix}.$$

Допустим, что игроку 1 стало известно, что игрок 2 принял минимаксную стратегию. Игрок 1 должен выбрать оптимальную стратегию при условии, что  $B_2$  – стратегия игрока 2 ( $\beta = 5$ ).

**Решение.** Определим максиминную стратегию игрока 1:

$$\alpha_1 = 3; \alpha_2 = 4; \alpha = 4.$$

Стратегия игрока 1 –  $A_2$  – максиминная.

Выберем оптимальную стратегию для игрока 1. Ею будет не максиминная  $A_2$ , дающая игроку 1 выигрыш  $\alpha = 4$ , а та стратегия, которая соответствует  $\max_i a_{ij}$ . В этом случае его максимальный гарантированный выигрыш будет равен верхней цене игры  $\beta = 5$ , поэтому он выберет свою оптимальную стратегию  $A_1$ , зная, что игрок 2 выбрал свою стратегию  $B_2$ . Таким образом, рассмотренный пример дает результат, отличный от результата при игре с седловой точкой.

Стратегия является оптимальной, если ее применение обеспечит игроку наибольший гарантированный выигрыш при любых возможных стратегиях другого игрока.

На примере 3 показано, что бывают ситуации, когда игрок 1 может получить выигрыш, превосходящий максиминный, если ему известны намерения игрока 2.

При многократном повторении игры в сходных условиях можно добиться гарантированного среднего выигрыша, превосходящего для игрока 1 максиминный.

### 3.2. Смешанные стратегии

Если в матричной игре отсутствует седловая точка в чистых стратегиях, то находят верхнюю и нижнюю цены игры. Они показывают, что игрок 1 не получит выигрыша, превосходящего верхнюю цену игры, и что игроку 1 гарантирован выигрыш, не меньший нижней цены игры. В примере 3 игрок 1 получил по своей оптимальной стратегии  $A_1$ , отличной от максиминной, выигрыш, равный верхней цене игры. Такова плата за информированность о стратегии игрока 2. Это крайний случай. Не улучшится ли результат игрока 1, если информация о действиях противной стороны будет отсутствовать, но игрок будет многократно применять чистые стратегии случайным образом с определенной вероятностью?

В такой ситуации, оказывается, можно получать выигрыши, в среднем большие нижней цены игры, но меньшие верхней.



Определение

**Смешанная стратегия игрока** – это полный набор применения его чистых стратегий при многократном повторении игры в одних и тех же условиях с заданными вероятностями.

Подведем итоги сказанного и перечислим условия применения смешанных стратегий:

- игра без седловой точки;
- игроки используют случайную смесь чистых стратегий с заданными вероятностями;
- игра многократно повторяется в сходных условиях;
- при каждом из ходов ни один игрок не информирован о выборе стратегии другим игроком;
- допускается осреднение результатов игр.



## Тема 4.

---

### Принятие решений в условиях неопределенности и риска (игры с природой)

#### Изучив данную тему, студент должен

##### знать:

- сущность и основные действия в играх с природой;

##### уметь:

- находить рациональные решения первого игрока в играх с природой;
- строить таблицу решений стратегий в условиях неопределенности;
- находить рациональное решение в играх с природой;
- находить методы оценки истинной стоимости информации в условиях неопределенности и риска.

#### При изучении данной темы необходимо акцентировать внимание на следующих понятиях:

- игры с природой;
- интерпретация природы;
- мажорирование стратегий в играх с природой;
- «дурная неопределенность»;
- нахождение оптимальных стратегий первого игрока при заданных вероятностных состояниях природы;
- оценка истинной стоимости информации.

#### Для самопроверки по теме 4 необходимо ответить на вопросы:

1. Что такое «игра с природой».
2. В чем состоит отличие игр с природой от стратегических.
3. Принятие решений в условиях полной неопределенности.
4. Принятие решений в условиях риска.
5. Осуществлять выбор решений с помощью дерева решений.
6. Что означает «дурная неопределенность».
7. Критерии максимакса, Вальда, Сэвиджа, Гурвица.
8. Различие матрицы выигрышей и рисков.



Краткое  
содержание

Понятие игры с природой. Отличие игр с природой от стратегических. Принятие решений в условиях полной неопределенности. Принятие решений в условиях риска. Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).

### **Цели и задачи изучения темы:**

познакомить студента с классической теорией игр с природой – игр, в которых сознательно действует только один из участников.

## **4.1. Понятие игры с природой**

Ситуации, описываемые рассмотренными в гл. 3 моделями в виде стратегических игр, в экономической практике могут не в полной мере оказаться адекватными действительности, поскольку реализация модели предполагает многократность повторения действий (решений), предпринимаемых в похожих условиях. В реальности количество принимаемых экономических решений в неизменных условиях жестко ограничено. Нередко экономическая ситуация является уникальной, и решение в условиях неопределенности должно приниматься однократно. Это порождает необходимость развития методов моделирования принятия решений в условиях неопределенности и риска.

Традиционно следующим этапом такого развития являются так называемые игры с природой. Формально изучение игр с природой, так же как и стратегических, должно начинаться с построения платежной матрицы, что является, по существу, наиболее трудоемким этапом подготовки принятия решения. Ошибки в платежной матрице не могут быть компенсированы никакими вычислительными методами и приведут к неверному итоговому результату.

Отличительная особенность игры с природой состоит в том, что в ней сознательно действует только один из участников, в большинстве случаев называемый игроком 1. Игрок 2 (природа) сознательно против игрока 1 не действует, а выступает как не имеющий конкретной цели и случайным образом выбирающий очередные «ходы» партнер по игре. Поэтому термин «природа» характеризует некую объективную действительность, которую не следует понимать буквально, хотя вполне могут встретиться ситуации, в которых «игроком» 2 действительно может быть природа (например, обстоятельства, связанные с погодными условиями или с природными стихийными силами).

На примере игры с природой рассмотрим проблему заготовки угля на зиму.

**Задача 1.** Необходимо закупить уголь для обогрева дома. Количество хранимого угля ограничено и в течение холодного периода должно быть полностью израсходовано. Предполагается, что неизрасходованный зимой уголь в лето пропадает. Покупать уголь можно в любое время, однако летом он дешевле, чем зимой. Неопределенность состоит в том, что не известно, какой будет зима: суровой (тогда придется докупать уголь) или мягкой (тогда часть угля может остаться неиспользованной). Очевидно, что у природы нет злого умысла и она ничего против человека «не имеет». С другой стороны, долгосрочные прогнозы, составляемые метеорологическими службами, неточны и поэтому могут использоваться в практической деятельности только как ориентировочные при принятии решений.

Матрица игры с природой аналогична матрице стратегической игры:  $A = \|a_{ij}\|_{m,n}$ , где  $a_{ij}$  – выигрыш игрока 1 при реализации его чистой стратегии  $i$  и чистой стратегии  $j$  игрока 2 ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ ).

Мажорирование стратегий в игре с природой имеет определенную специфику: исключать из рассмотрения можно лишь доминируемые стратегии игрока 1: если для всех  $j=1, \dots, n$   $a_{kj} \leq a_{lj}$ ,  $k, l = 1, \dots, m$ , то  $k$ -ю стратегию принимающего решения игрока 1 можно не рассматривать и вычеркнуть из матрицы игры. Столбцы, отвечающие стратегиям природы, вычеркивать из матрицы игры (исключать из рассмотрения) недопустимо, поскольку природа не стремится к выигрышу в «игре» с человеком, для нее нет целенаправленно выигрышных или проигрышных стратегий, она действует неосознанно.\*

На первый взгляд, отсутствие обдуманного противодействия упрощает игроку задачу выбора решения. Однако, хотя ЛПР никто не мешает, ему труднее обосновать свой выбор, поскольку в этом случае гарантированный результат не известен.

Методы принятия решений в играх с природой зависят от характера неопределенности, точнее от того, известны или нет вероятности состояний (стратегий) природы, т.е. имеет ли место ситуация риска или неопределенности. Ниже будут описаны методы, применяемые в обоих случаях.

Рассмотрим организацию и аналитическое представление игры с природой. Пусть игрок 1 имеет  $m$  возможных стратегий:  $A_1, A_2, \dots, A_m$ , а у природы имеется  $n$  возможных состояний (стратегий):  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ , тогда условия игры с природой задаются матрицей  $A$  выигрышей игрока 1:

$$A = \left( \begin{array}{c|cccc} & \Pi_1 & \Pi_2 & \dots & \Pi_n \\ \hline A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{array} \right).$$

Платит, естественно, не природа, а некая третья сторона (или совокупность сторон, влияющих на принятие решений игроком 1 и объединенных в понятие «природа»).

Возможен и другой способ задания матрицы игры с природой: не в виде матрицы выигрышей, а в виде так называемой матрицы рисков  $R = \|r_{ij}\|_{m,n}$  или матрицы упущенных возможностей. Величина риска – это размер платы за отсутствие информации о состоянии среды. Матрица  $R$  может быть построена непосредственно из условий задачи или на основе матрицы выигрышей  $A$ .

Риском  $r_{ij}$  игрока при использовании им стратегии  $A_i$  и при состоянии среды  $\Pi_j$  будем называть разность между выигрышем, который игрок получил бы, если бы он знал, что состоянием среды будет  $\Pi_j$ , и выигрышем, который игрок получит, не имея этой информации.

Зная состояние природы (стратегию)  $\Pi_j$ , игрок выбирает ту стратегию, при которой его выигрыш максимальный, т.е.  $r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$ , где  $\beta_j = \max_{1 \leq i \leq m} a_{ij}$  при заданном  $j$ . Например, для матрицы выигрышей

$$A = \left( \begin{array}{c|cccc} & \Pi_1 & \Pi_2 & \Pi_3 & \Pi_4 \\ \hline A_1 & 1 & 4 & 5 & 9 \\ A_2 & 3 & 8 & 4 & 3 \\ A_3 & 4 & 6 & 6 & 2 \end{array} \right) \quad (97)$$

$$\beta_1 = 4, \quad \beta_2 = 8, \quad \beta_3 = 6, \quad \beta_4 = 9.$$

Согласно введенным определениям  $r_{ij}$  и  $\beta_j$  получаем матрицу рисков

$$R = \left( \begin{array}{c|cccc} & \Pi_1 & \Pi_2 & \Pi_3 & \Pi_4 \\ \hline A_1 & 3 & 4 & 1 & 0 \\ A_2 & 1 & 0 & 2 & 6 \\ A_3 & 0 & 2 & 0 & 7 \end{array} \right). \quad (98)$$

Независимо от вида матрицы игры требуется выбрать такую стратегию игрока (чистую или смешанную, если последняя имеет смысл), которая была бы наиболее выгодной по сравнению с другими. Необходимо отметить, что в игре с природой понятие смешанной стратегии игрока не всегда правомерно, поскольку его действия могут быть альтернативными, т.е. выбор одной из стратегий отвергает все другие стратегии (например, выбор альтернативных проектов).

Вначале следует проверить, нет ли среди стратегий игрока мажорируемых, и, если таковые имеются, исключить их.

## 4.2. Принятие решений в условиях полной неопределенности

Неопределенность, связанную с отсутствием информации о вероятностях состояний среды (природы), называют «безнадежной» или «дурной».

В таких случаях для определения наилучших решений используются следующие критерии: максима, Вальда, Сэвиджа, Гурвица.

Применение каждого из перечисленных критериев проиллюстрируем на примере матрицы выигрышей (97) или связанной с ней матрицы рисков (98).

*Критерий максимакса.* С его помощью определяется стратегия, максимизирующая максимальные выигрыши для каждого состояния природы. Это критерий крайнего оптимизма. Наилучшим признается решение, при котором достигается максимальный выигрыш, равный  $M = \max_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$ .

Нетрудно увидеть, что для матрицы  $A$  наилучшим решением будет  $A_1$ , при котором достигается максимальный выигрыш – 9.

Следует отметить, что ситуации, требующие применения такого критерия, в экономике в общем нередки, и пользуются им не только безоглядные оптимисты, но и игроки, поставленные в безвыходное положение, когда они вынуждены руководствоваться принципом «или пан, или пропал».

*Максиминный критерий Вальда.* С позиций данного критерия природа рассматривается как агрессивно настроенный и сознательно действующий противник типа тех, которые противодействуют в стратегических играх (см. тему 3). Выбирается решение, для которого достигается значение  $W = \max_{1 \leq i \leq m} \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$ .

Для платежной матрицы  $A$  (3.1) нетрудно рассчитать:

- для первой стратегии ( $i=1$ )  $\min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} = 1$ ;
- для второй стратегии ( $i=2$ )  $\min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} = 3$ ;
- для третьей стратегии ( $i=3$ )  $\min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} = 2$ .

Тогда  $W = \max_{1 \leq i \leq 3} \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} = 3$ , что соответствует второй стратегии  $A_2$  игрока 1.

В соответствии с критерием Вальда из всех самых неудачных результатов выбирается лучший ( $W = 3$ ). Это перестраховочная позиция крайнего пессимиста, рассчитанная

на худший случай. Такая стратегия приемлема, например, когда игрок не столь заинтересован в крупной удаче, но хочет себя застраховать от неожиданных проигрышей. Выбор такой стратегии определяется отношением игрока к риску.

*Критерий минимаксного риска Сэвиджа.* Выбор стратегии аналогичен выбору стратегии по принципу Вальда с тем отличием, что игрок руководствуется не матрицей выигрышей  $A$  (97), а матрицей рисков  $R$  (98):

$$S = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij}.$$

Для матрицы  $R$  (98) нетрудно рассчитать:

- для первой стратегии ( $i=1$ )  $\max_{1 \leq j \leq 4} r_{ij} = 4$ ;
- для второй стратегии ( $i=2$ )  $\max_{1 \leq j \leq 4} r_{ij} = 6$ ;
- для третьей стратегии ( $i=3$ )  $\max_{1 \leq j \leq 4} r_{ij} = 7$ .

Минимально возможный из самых крупных рисков, равный 4, достигается при использовании первой стратегии  $A_1$ .

*Критерий пессимизма – оптимизма Гурвица.*

Этот критерий при выборе решения рекомендует руководствоваться некоторым средним результатом, характеризующим состояние между крайним пессимизмом и безудержным оптимизмом. Согласно этому критерию, стратегия в матрице  $A$  выбирается в соответствии со значением

$$H_A = \max_{1 \leq i \leq m} \left\{ p \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \right\},$$

где  $p$  – коэффициент пессимизма ( $0 \leq p \leq 1$ ).

При  $p = 0$  критерий Гурвица совпадает с максимаксным критерием, а при  $p = 1$  – с критерием Вальда.

Покажем процедуру применения данного критерия для матрицы  $A$  (97) при  $p = 0,5$ :

- для первой стратегии

$$(i = 1) \quad 0,5 \left( \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} + \max_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} \right) = 0,5(1 + 9) = 5;$$

- для второй стратегии

$$(i = 2) \quad 0,5 \left( \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} + \max_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} \right) = 0,5(3 + 8) = 5,5;$$

- для третьей стратегии

$$(i = 3) \quad 0,5 \left( \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} + \max_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} \right) = 0,5(2 + 6) = 4.$$

Тогда  $H_A = \max_{1 \leq i \leq 3} \left\{ 0,5 \left( \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} + \max_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} \right) \right\} = 5,5$ , т.е. оптимальной является вторая стратегия  $A_2$ .

Применительно к матрице рисков  $R$  критерий пессимизма-оптимизма Гурвица имеет вид:

$$H_R = \min_{1 \leq i \leq m} \left\{ p \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij} + (1-p) \min_{1 \leq j \leq n} r_{ij} \right\},$$

При  $p = 0$  выбор стратегии игрока 1 осуществляется по условию наименьшего из всех возможных рисков ( $\min_{i,j} r_{ij}$ ); при  $p = 1$  – по критерию минимаксного риска Сэвиджа.

В случае, когда по принятому критерию рекомендуются к использованию несколько стратегий, выбор между ними может делаться по дополнительному критерию, например, в расчет могут приниматься средние квадратичные отклонения от средних выигрышей при каждой стратегии. Данная идея отвечает подходу, рассмотренному в пункте 1.2 (см. рис. 1). Еще раз подчеркнем, что здесь стандартного подхода нет. Выбор может зависеть от склонности к риску ЛПР.

В заключение приведем результаты применения рассмотренных выше критериев на примере следующей матрицы выигрышей:

$$\left( \begin{array}{c|cccc} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 \\ \hline A_1 & 20 & 30 & 15 & 15 \\ A_2 & 75 & 20 & 35 & 20 \\ A_3 & 25 & 80 & 25 & 25 \\ A_4 & 85 & 5 & 45 & 5 \end{array} \right).$$

Для игрока 1 лучшими являются стратегии:

- по критерию Вальда –  $A_3$ ;
- по критерию Сэвиджа –  $A_2$  и  $A_3$ ;
- по критерию Гурвица (при  $p = 0,6$ ) –  $A_3$ ;
- по критерию максимакса –  $A_4$ .

Поскольку стратегия  $A_3$  фигурирует в качестве оптимальной по трем критериям выбора из четырех испытанных, степень ее надежности можно признать достаточно высокой для того, чтобы рекомендовать эту стратегию к практическому применению.

Таким образом, в случае отсутствия информации о вероятностях состояний среды теория не дает однозначных и математически строгих рекомендаций по выбору критериев принятия решений. Это объясняется в большей мере не слабостью теории, а неопределенностью самой ситуации. Единственный разумный выход в подобных случаях – попытаться получить дополнительную информацию, например, путем проведения исследований или экспериментов. В отсутствие дополнительной информации принимаемые решения теоретически недостаточно обоснованы и в значительной мере субъективны. Хотя применение математических методов в играх с природой не дает абсолютно достоверного результата и последний в определенной степени является субъективным (вследствие произвольности выбора критерия принятия решения), оно тем не менее создает определенное упорядочение имеющихся в распоряжении ЛПР данных: определяются множество состояний природы, альтернативные решения, выигрыши и потери при различных сочетаниях состояния «среда – решение». Такое упорядочение представлений о проблеме само по себе способствует повышению качества принимаемых решений.

### 4.3. Принятие решений в условиях риска

Методы принятия решений в условиях риска разрабатываются и обосновываются в рамках так называемой теории статистических решений. При этом в случае «доброкачественной», или стохастической, неопределенности, когда состояниям природы поставлены в соответствие вероятности, заданные экспертно либо вычисленные, решение обычно принимается на основе критерия максимума ожидаемого среднего выигрыша или минимума ожидаемого среднего риска (матрицы типа (97) либо (98)).

Если для некоторой игры с природой, задаваемой платежной матрицей  $A = \|a_{ij}\|_{m,n}$ , стратегиям природы  $P_j$  соответствуют вероятности  $p_j$ , то лучшей стратегией игрока 1 будет та, которая обеспечивает ему максимальный средний выигрыш, т.е.

$$\max_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^n p_j a_{ij}. \quad (99)$$

Применительно к матрице рисков (матрице упущенных выгод) лучшей будет та стратегия игрока, которая обеспечивает ему минимальный средний риск:

$$\min_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^n p_j r_{ij}. \quad (100)$$

Заметим, что когда говорится о среднем выигрыше или риске, то подразумевается многократное повторение акта принятия решений. Условность предположения заключается в том, что реально требуемого количества повторений чаще всего может и не быть.

Покажем, что критерии (99) и (100) эквивалентны в том смысле, что оптимальные значения для них обеспечивает одна и та же стратегия  $A_i$  игрока 1. Действительно,

$$\begin{aligned} \min_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^n p_j r_{ij} &= \min_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^n p_j (\beta_j - a_{ij}) = \min_{1 \leq i \leq m} \left( \sum_{j=1}^n p_j \beta_j - \sum_{j=1}^n p_j a_{ij} \right) = \\ &= \min_{1 \leq i \leq m} \left( \sum_{j=1}^n p_j \beta_j \right) - \min_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^n p_j a_{ij} = \text{const} + \max_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^n p_j a_{ij}, \end{aligned}$$

т.е. значения критериев отличаются на постоянную величину, поэтому принятое решение не зависит от стратегии  $A_i$ .

Например, для игры, задаваемой матрицей  $A$  (97) или матрицей  $R$  (98), при условии, что  $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 1/4$ ,  $A_1$  - лучшая стратегия игрока 1 по критерию (99), поскольку

$$\sum_{j=1}^4 \frac{a_{1j}}{4} = \frac{1}{4} \max_{1 \leq i \leq 3} \sum_{j=1}^4 a_{ij} = \frac{19}{4}.$$

Эта же стратегия является лучшей для игрока 1 по критерию (100) относительно обеспечения минимального уровня риска:

$$\sum_{j=1}^4 p_j r_{ij} = \frac{1}{4} \min_{1 \leq i \leq 3} \sum_{j=1}^4 r_{ij} = 2.$$

На практике целесообразно отдавать предпочтение матрице выигрышей (97) или матрице рисков (98) в зависимости от того, какая из них определяется с большей достоверностью. Это особенно важно учитывать при экспертных оценках элементов матриц  $A$  и  $R$ .

#### 4.4. Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры)

Рассмотрим более сложные (позиционные, или многоэтапные) решения в условиях риска. Одноэтапные игры с природой, таблицы решений (см. разд. 3.3), удобно использовать в задачах, имеющих одно множество альтернативных решений и одно множество состояний среды. Многие задачи, однако, требуют анализа последовательности решений и состояний среды, когда одна совокупность стратегий игрока и состояний природы порождает другое состояние подобного типа. Если имеют место два или более

последовательных множества решений, причем последующие решения основываются на результатах предыдущих, и/или два или более множества состояний среды (т.е. появляется цепочка решений, вытекающих одно из другого, которые соответствуют событиям, происходящим с некоторой вероятностью), используется дерево решений.



**Дерево решений** – это графическое изображение последовательности решений и состояний среды с указанием соответствующих вероятностей и выигрышей для любых комбинаций альтернатив и состояний среды.

#### 4.4.1. Принятие решений с применением дерева решений

В постановочном плане рассмотрим несколько задач, которые могут быть решены с помощью данного метода.

**Задача 1.** Разведывательное бурение скважин. Некоторая нефтяная разведывательная партия должна решить, стоит ли бурить скважины на данном участке до того, как истечет срок контракта. Для руководителей партии не ясны многие обстоятельства:

- в какую сумму обойдется стоимость бурения, зависящая от качества грунта, глубины залегания нефти и т.д.;
- на какие запасы нефти в этом месте можно рассчитывать;
- сколько будет стоить эксплуатация скважины.

В распоряжении руководства имеются объективные данные об аналогичных и не вполне похожих скважинах этого типа. При помощи сейсмической разведки можно получить дополнительную информацию, которая, однако, не дает исчерпывающих сведений о геофизической структуре разведываемого участка. Кроме того, получение сейсмической информации стоит недешево, поэтому еще до того, как будет принято окончательное решение (бурить или нет), следует определить, есть ли необходимость собирать эти сведения.

**Задача 2.** Выпуск нового товара. Большая химическая компания успешно завершила исследования по усовершенствованию строительной краски. Руководство компании должно решить, производить эту краску самим (и если – да, то какой мощности строить завод) либо продать патент или лицензию, а также технологию независимой фирме, которая имеет дело исключительно с производством и сбытом строительной краски.

Основные источники неопределенности:

- рынок сбыта, который фирма может обеспечить при продаже новой краски по данной цене;
- расходы на рекламу, если компания будет сама производить и продавать краску;
- время, которое потребуется конкурентам, чтобы выпустить на рынок подобный товар (успеет ли компания за этот срок окупить затраты, понесенные для того, чтобы стать лидером в данной сфере производства).

Компания может получить некоторые дополнительные сведения, имеющие косвенное отношение к проблемам проникновения конкурентов на рынок сбыта, опросив часть поставщиков краски. Но к материалам опросов следует относиться с осторожностью, ибо поставщики в действительности могут поступать не так, как они первоначально предполагают. В качестве подтверждения последнего суждения можно привести ис-

следования, проведенные американскими автомобильными корпорациями для того, чтобы определить спрос на большие легковые автомобили. Несмотря на надвигающийся энергетический кризис 1971–1973 гг., результаты анкетирования показали, что американские покупатели по-прежнему предпочитают многоместные легковые автомобили. Однако на деле все произошло с точностью до наоборот, и на рынке стали пользоваться спросом небольшие, экономичные машины. Такие результаты опроса могут быть частично объяснены скрытностью человеческого характера, и это должно учитываться при принятии решений.

#### 4.4.2. Анализ и решение задач с помощью дерева решений

Процесс принятия решений с помощью дерева решений в общем случае предполагает выполнение следующих пяти этапов.

**Этап 1. Формулирование задачи.** Прежде всего необходимо отбросить не относящиеся к проблеме факторы, а среди множества оставшихся выделить существенные и несущественные. Это позволит привести описание задачи принятия решения к поддающейся анализу форме. Должны быть выполнены следующие основные процедуры: определение возможностей сбора информации для экспериментирования и реальных действий; составление перечня событий, которые с определенной вероятностью могут произойти; установление временного порядка расположения событий, в исходах которых содержится полезная и доступная информация, и тех последовательных действий, которые можно предпринять.

**Этап 2. Построение дерева решений.**

**Этап 3. Оценка вероятностей состояний среды,** т.е. сопоставление шансов возникновения каждого конкретного события. Следует отметить, что указанные вероятности определяются либо на основании имеющейся статистики, либо экспертным путем.

**Этап 4. Установление выигрышей (или проигрышей,** как выигрышей со знаком минус) для каждой возможной комбинации альтернатив (действий) и состояний среды.

**Этап 5. Решение задачи.**

Прежде чем продемонстрировать процедуру применения дерева решений, введем ряд определений. В зависимости от отношения к риску решение задачи может выполняться с позиций так называемых «объективистов» и «субъективистов». Поясним эти понятия на следующем примере. Пусть предлагается лотерея: за 10 дол. (стоимость лотерейного билета) игрок с равной вероятностью  $p = 0,5$  может ничего не выиграть или выиграть 100 дол. Один индивид пожалеет и 10 дол. за право участия в такой лотерее, т.е. просто не купит лотерейный билет, другой готов заплатить за лотерейный билет 50 дол., а третий заплатит даже 60 дол. за возможность получить 100 дол. (например, когда ситуация складывается так, что, только имея 100 дол., игрок может достичь своей цели, поэтому возможная потеря последних денежных средств, а у него их ровно 60 дол., не меняет для него ситуации).



Определение

**Безусловным денежным эквивалентом (БДЭ)** игры называется максимальная сумма денег, которую ЛПР готов заплатить за участие в игре (лотерее), или, что то же, та минимальная сумма денег, за которую он готов отказаться от игры. Каждый индивид имеет свой БДЭ.

Индивида, для которого БДЭ совпадает с ожидаемой денежной оценкой (ОДО) игры, т.е. со средним выигрышем в игре (лотерее), условно называют объективистом, индивида, для которого  $\text{БДЭ} \neq \text{ОДО}$ , – субъективистом. Ожидаемая денежная оценка рассчитывается как сумма произведений размеров выигрышей на вероятности этих выигрышей. Например, для нашей лотереи  $\text{ОДО} = 0,5 \times 0 + 0,5 \times 100 = 50$  дол. Если субъективист скло-

нен к риску, то его БДЭ > ОДО. Если не склонен, то БДЭ < ОДО. Вопрос об отношении к риску более строго рассматривается в теме 4.

Предположим, что решения принимаются с позиции объективиста.

Рассмотрим процедуру принятия решения на примере следующей задачи.

**Задача 3.** Руководство некоторой компании решает, создавать ли для выпуска новой продукции крупное производство, малое предприятие или продать патент другой фирме. Размер выигрыша, который компания может получить, зависит от благоприятного или неблагоприятного состояния рынка (табл. 4).

На основе данной таблицы выигрышей (потерь) можно построить дерево решений (рис. 3).

Таблица 4

Номер стратегии	Действия компании	Выигрыш (дол.) при состоянии экономической среды	
		Благоприятном	Неблагоприятном
1	Строительство крупного предприятия ( $a_1$ )	200 000	180 000
2	Строительство малого предприятия ( $a_2$ )	100 000	20 000
3	Продажа патента ( $a_3$ )	10 000	10 000

*Примечание.* Вероятность благоприятного и неблагоприятного состояний экономической среды равна 0,5.

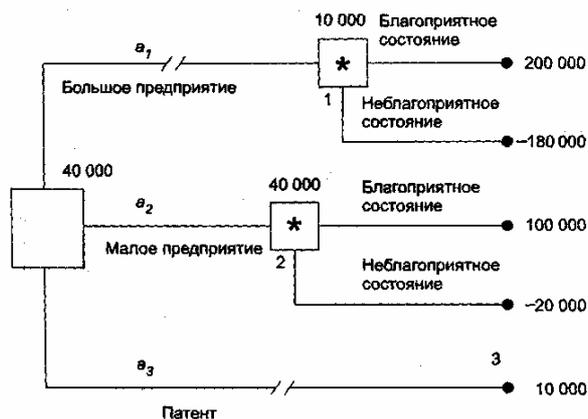


Рис. 3. Дерево решений без дополнительного обследования конъюнктуры рынка

Процедура принятия решения заключается в вычислении для каждой вершины дерева (при движении справа налево) ожидаемых денежных оценок, отбрасывании неперспективных ветвей и выборе ветвей, которым соответствует максимальное значение ОДО.

Определим средний ожидаемый выигрыш (ОДО):

- для вершины 1  $ОДО_1 = 0,5 \times 200\ 000 + 0,5(-180\ 000) = 10\ 000$  дол.;
- для вершины 2  $ОДО_2 = 0,5 \times 100\ 000 + 0,5(-20\ 000) = 40\ 000$  дол.;
- для вершины 3  $ОДО_3 = 10\ 000$  дол.

**Вывод.** Наиболее целесообразно выбрать стратегию  $a_2$ , т.е. строить малое предприятие, а ветви (стратегии)  $a_1$  и  $a_3$  дерева решений можно отбросить. ОДО наилучшего решения равна 40 000 дол. Следует отметить, что наличие состояния с вероятностями 50% неудачи и 50% удачи на практике часто означает, что истинные вероятности игроку скорее всего неизвестны и он всего лишь принимает такую гипотезу (так называемое предположение «fifty-fifty» – пятьдесят на пятьдесят).

Усложним рассмотренную выше задачу.

Пусть перед тем, как принимать решение о строительстве, руководство компании должно определить, заказывать ли дополнительное исследование состояния рынка или

нет, причем предоставляемая услуга обойдется компании в 10 000 дол. Руководство понимает, что дополнительное исследование по-прежнему не способно дать точной информации, но оно поможет уточнить ожидаемые оценки конъюнктуры рынка, изменив тем самым значения вероятностей.

Относительно фирмы, которой можно заказать прогноз, известно, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исхода. Возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка сбыта представлены в табл. 5. Например, когда фирма утверждает, что рынок благоприятный, то с вероятностью 0,78 этот прогноз оправдывается (с вероятностью 0,22 могут возникнуть неблагоприятные условия), прогноз о неблагоприятности рынка оправдывается с вероятностью 0,73.

Таблица 5

Прогноз фирмы	Фактически	
	Благоприятный	Неблагоприятный
Благоприятный	0,78	0,22
Неблагоприятный	0,27	0,73

Предположим, что фирма, которой заказали прогноз состояния рынка, утверждает:

- ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,45;
- ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,55.

На основании дополнительных сведений можно построить новое дерево решений (рис. 4), где развитие событий происходит от корня дерева к исходам, а расчет прибыли выполняется от конечных состояний к начальным.

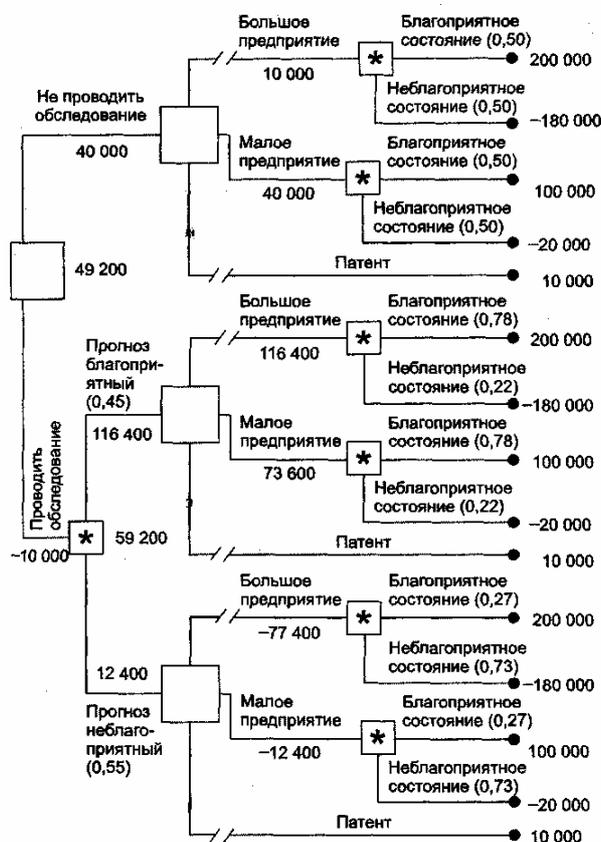


Рис. 4. Дерево решений при дополнительном обследовании рынка

Анализируя дерево решений, можно сделать следующие выводы:

- необходимо проводить дополнительное исследование конъюнктуры рынка, поскольку это позволяет существенно уточнить принимаемое решение;

если фирма прогнозирует благоприятную ситуацию на рынке, то целесообразно строить большое предприятие (ожидаемая максимальная прибыль 116 400 дол.), если прогноз неблагоприятный – малое (ожидаемая максимальная прибыль 12 400 дол.).

#### 4.4.3. Ожидаемая ценность точной информации

Предположим, что консультационная фирма за определенную плату готова предоставить информацию о фактической ситуации на рынке в тот момент, когда руководству компании надлежит принять решение о масштабе производства. Принятие предложения зависит от соотношения между ожидаемой ценностью (результативностью) точной информации и величиной запрошенной платы за дополнительную (истинную) информацию, благодаря которой может быть откорректировано принятие решения, т.е. первоначальное действие может быть изменено.

Ожидаемая ценность точной информации о фактическом состоянии рынка равна разности между ожидаемой денежной оценкой (ОДО) при наличии точной информации и максимальной ожидаемой денежной оценкой при отсутствии точной информации.

Рассчитаем ожидаемую ценность точной информации для примера, в котором дополнительное обследование конъюнктуры рынка не проводится. При отсутствии точной информации, как уже было показано выше, максимальная ожидаемая денежная оценка равна:

$$\text{ОДО} = 0,5 \times 100\,000 - 0,5 \times 20\,000 = 40\,000 \text{ дол.}$$

Если точная информация об истинном состоянии рынка будет благоприятной (ОДО = 200 000 дол., см. табл. 4), принимается решение строить крупное производство, если неблагоприятной, то наиболее целесообразное решение – продажа патента (ОДО=10 000 дол.). Учитывая, что вероятности благоприятной и неблагоприятной ситуаций равны 0,5, значение  $\text{ОДО}_{\text{т.и}}$  (ОДО точной информации) определяется выражением:

$$\text{ОДО}_{\text{т.и}} = 0,5 \times 200\,000 + 0,5 \times 10\,000 = 105\,000 \text{ дол.}$$

Тогда ожидаемая ценность точной информации равна:

$$\text{ОЦ}_{\text{т.и}} = \text{ОДО}_{\text{т.и}} - \text{ОДО} = 105\,000 - 40\,000 = 65\,000 \text{ дол.}$$

Значение  $\text{ОЦ}_{\text{т.и}}$  показывает, какую максимальную цену должна быть готова заплатить компания за точную информацию об истинном состоянии рынка в тот момент, когда ей это необходимо.

## Задачи

### Примеры решения

**Задача 1.** Компания «Российский сыр» – небольшой производитель различных продуктов из сыра на экспорт. Один из продуктов – сырная паста – поставляется в страны ближнего зарубежья. Генеральный директор должен решить, сколько ящиков сырной пасты следует производить в течение месяца. Вероятности того, что спрос на сырную пасту в течение месяца будет 6, 7, 8 или 9 ящиков, равны соответственно 0,1; 0,3; 0,5; 0,1.

Затраты на производство одного ящика равны 45 дол. Компания продает каждый ящик по цене 95 дол. Если ящик с сырной пастой не продается в течение месяца, то она портится и компания не получает дохода. Сколько ящиков следует производить в течение месяца?

**Решение.** Пользуясь исходными данными, строим матрицу игры. Стратегиями игрока 1 (компания «Российский сыр») являются различные показатели числа ящиков с сырной пастой, которые ему, возможно, следует производить. Состояниями природы выступают величины спроса на аналогичное число ящиков. Вычислим, например, показатель прибыли, которую получит производитель, если он произведет 8 ящиков, а спрос будет только на 7.

Каждый ящик продается по 95 дол. Компания продала 7, а произвела 8 ящиков. Следовательно, выручка будет  $7 \times 95$ , а издержки производства 8 ящиков  $8 \times 45$ . Итого, прибыль от указанного сочетания спроса и предложения будет равна  $7 \times 95 - 8 \times 45 = 305$  дол. Аналогично производятся расчеты при других сочетаниях спроса и предложения.

В итоге получим следующую платежную матрицу в игре с природой (табл. 6). Как видим, наибольшая средняя ожидаемая прибыль равна 352,5 дол. Она отвечает производству 8 ящиков.

Таблица 6

Спрос на ящики \ Производство ящиков	6 (0,1)*	7 (0,3)	8 (0,5)	9 (0,1)	Средняя ожидаемая прибыль
6	300	300	300	300	300
7	255	350	350	350	340,5
8	210	305	400	400	352,5
9	165	260	355	450	317

\*В скобках приведены вероятность спроса на ящики.

На практике чаще всего в подобных случаях решения принимаются исходя из критерия максимизации средней ожидаемой прибыли или минимизации ожидаемых издержек. Следуя такому подходу, можно остановиться на рекомендации производить 8 ящиков, и для большинства ЛПП рекомендация была бы обоснованной.

Однако, привлекая дополнительную информацию в форме расчета среднего квадратического отклонения как индекса риска, мы можем уточнить принятое на основе максимума прибыли или минимума издержек решение. Это в полной мере согласуется с характеристиками вариантов, представленных на рис. 1. Дополнительные рекомендации могут оказаться неоднозначными, зависимыми от склонности к риску ЛПП.

Вспомним необходимые для наших исследований формулы теории вероятностей [5. С. 109, 119]:

$$\text{дисперсия случайной величины } \xi \text{ равна } D\xi = M(\xi^2) - (M\xi)^2;$$

$$\text{среднее квадратичное отклонение } \sigma\xi = \sqrt{D\xi},$$

где  $D$  и  $M$  – соответственно символы дисперсии и математического ожидания.

Проводя соответствующие вычисления для случаев производства 6, 7, 8 и 9 ящиков, получаем:

6 ящиков

$$M(\xi^2) = 300^2(0,1 + 0,3 + 0,5 + 0,1) = 90\,000;$$

$$(M\xi)^2 = 300^2 = 90\,000; D\xi = 90\,000 - 90\,000 = 0; \sigma\xi = 0.$$

7 ящиков

$$M(\xi^2) = 0,1 \times 255^2 + 0,9 \times 350^2 = 116\,752,5;$$

$$(M\xi)^2 = 340,5^2 = 115\,940; D\xi = 116\,752,5 - 115\,940 = 812,5;$$

$$\sigma\xi = \sqrt{812,5} = 28,5.$$

8 ящиков

$$M(\xi^2) = 0,1 \times 210^2 + 0,3 \times 305^2 + 0,6 \times 400^2 = 128\,317,5;$$

$$(M\xi)^2 = 352,5^2 = 124\,256,25; D\xi = 128\,317,5 - 124\,256,25 = 4\,061,25;$$

$$\sigma\xi = \sqrt{4\,061,25} = 63,73.$$

9 ящиков

$$M(\xi^2) = 0,1 \times 165^2 + 0,3 \times 260^2 + 0,5 \times 355^2 + 0,1 \times 450^2 = 106\,265;$$

$$(M\xi)^2 = 317^2 = 100\,489; D\xi = 106\,265 - 100\,489 = 5\,776;$$

$$\sigma\xi = \sqrt{5\,776} = 76.$$

**Вывод.** Из представленных результатов расчетов с учетом полученных показателей рисков – средних квадратичных отклонений – очевидно, что производить 9 ящиков при любых обстоятельствах нецелесообразно, ибо средняя ожидаемая прибыль, равная 317, меньше, чем для 8 ящиков (352,5), а среднее квадратичное отклонение (76) для 9 ящиков больше аналогичного показателя для 8 ящиков (63,73). А вот целесообразно ли производство 8 ящиков по сравнению с 7 или 6 – неочевидно, так как риск при производстве 8 ящиков ( $\sigma\xi = 63,73$ ) больший, чем при производстве 7 ящиков ( $\sigma\xi = 28,5$ ) и тем более 6 ящиков, где  $\sigma\xi = 0$ . Вся информация с учетом ожидаемых прибылей и рисков налицо. Решение должен принимать генеральный директор компании «Российский сыр» с учетом его опыта, склонности к риску и степени достоверности показателей вероятностей спроса: 0,1; 0,3; 0,5; 0,1. Авторы, учитывая все приведенные числовые характеристики случайной величины – прибыли, склоняются к рекомендации производить 7 ящиков (не 8, что вытекает из максимизации прибыли без учета риска!). Читателю предлагается обосновать свой выбор.

**Задача 2.** Рассмотрим упомянутую выше проблему закупки угля для обогрева дома. Имеются следующие данные о количестве и ценах угля, необходимого зимой для отопления дома (табл. 7). Вероятности зим: мягкой – 0,35; обычной – 0,5; холодной – 0,15.

Таблица 7

Зима	Количество угля, т	Средняя цена за 1 т в ф. ст.
Мягкая	4	7
Обычная	5	7,5
Холодная	6	8

Эти цены относятся к покупкам угля зимой. Летом цена угля 6 ф. ст. за 1 т, у вас есть место для хранения запаса угля до 6 т, заготовливаемого летом. Если потребуется зимой докупить недостающее количество угля, докупка будет по зимним ценам. Предполагается, что весь уголь, который сохранится до конца зимы, в лето пропадет\*. Сколько угля летом покупать на зиму?

\* Предположение делается для упрощения постановки и решения задачи.

**Решение.** Построим платежную матрицу (табл. 8).

Таблица 8

	Вероятность	0,35	0,5	0,15
Зима		Мягкая	Обычная	Холодная
Мягкая (4 т)		$-(4 \times 6)$	$-(4 \times 6 + 1 \times 7,5)$	$-(4 \times 6 + 2 \times 8)$
Обычная (5 т)		$-(5 \times 6)$	$-(5 \times 6 + 0 \times 7,5)$	$-(5 \times 6 + 1 \times 8)$
Холодная (6 т)		$-(6 \times 6)$	$-(6 \times 6 + 0 \times 7,5)$	$-(6 \times 6 + 0 \times 8)$

Произведем расчет ожидаемой средней платы за уголь (табл. 9).

Таблица 9

Зима	Средняя ожидаемая плата
Мягкая	$-(24 \times 0,35 + 31,5 \times 0,5 + 40 \times 0,15) = -30,15$
Обычная	$-(30 \times 0,35 + 30 \times 0,5 + 38 \times 0,15) = -31,2$
Холодная	$-(36 \times 0,35 + 36 \times 0,5 + 36 \times 0,15) = -36$

Из табл. 9 видно, что, наименьшая ожидаемая средняя плата приходится на случай мягкой зимы (30, 15 ф. ст.). Соответственно, если не учитывать степени риска, то представляется целесообразным летом закупить 4 т угля, а зимой, если потребуются, докупить уголь по более высоким зимним ценам.

Если продолжить исследование процесса принятия решения и аналогично задаче 1 вычислить средние квадратичные отклонения платы за уголь для мягкой, обычной и холодной зимы, то соответственно получим:

- для мягкой зимы  $\sigma_{\xi} = 5,357$  ;
- для обычной зимы  $\sigma_{\xi} = 2,856$  ;
- для холодной зимы  $\sigma_{\xi} = 0$ .

Минимальный риск, естественно, будет для холодной зимы, однако при этом ожидаемая средняя плата за уголь оказывается максимальной – 36 ф. ст.

**Вывод.** Мы склоняемся к варианту покупки угля для обычной зимы, так как, согласно табл. 9, ожидаемая средняя плата за уголь по сравнению с вариантом для мягкой зимы возрастает на 3,5%, а степень риска при этом оказывается почти в 2 раза меньшей ( $\sigma_{\xi} = 2,856$  против 5,357).

Отношение среднего квадратичного отклонения к математическому ожиданию (средний риск на затрачиваемый 1 ф. ст.) для обычной зимы составляет  $\frac{2,856}{31,2} = 0,0915$

против аналогичного показателя для мягкой зимы, равного  $\frac{5,357}{30,15} = 0,1777$  , т.е. вновь различие почти в 2 раза.

Эти соотношения и позволяют нам рекомендовать покупку угля, ориентируясь не на мягкую, а на обычную зиму.

**Задача 3.** АО «Фото и цвет» – небольшой производитель химических реактивов и оборудования, которые используются некоторыми фотостудиями при изготовлении 35-мм фильмов. Один из продуктов, который предлагает «Фото и цвет» – ВС-6. Президент АО продает в течение недели 11, 12 или 13 ящиков ВС-6. От продажи каждого ящика АО получает 35 дол. прибыли. Как и многие фотографические реактивы, ВС-6 имеет очень малый срок годности. Поэтому, если ящик не продан к концу недели, он должен быть

уничтожен. Каждый ящик обходится предприятию в 56 дол. Вероятности продать 11, 12 и 13 ящиков в течение недели равны соответственно 0,45; 0,35; 0,2. Как вы советуете поступить? Как вы порекомендуете поступить, если бы «Фото и цвет» мог сделать ВС-6 с добавкой, значительно продлевающей срок его годности?

**Решение.** Матрицу игры с природой (здесь АО «Фото и цвет» – игрок с природой, а природа – торговая конъюнктура) строим по аналогии с рассмотренными выше задачами (табл. 10).

Таблица 10

Спрос на ящики Производство ящиков	11 (0,45) *	12 (0,35)	13 (0,2)	Средняя ожидаемая прибыль
11	$35 \times 11 = 385$	$35 \times 11 = 385$	$35 \times 11 = 385$	385
12	$35 \times 11 - 56 \times 1 = 329$	$35 \times 12 = 420$	$35 \times 12 = 420$	379,05
13	$35 \times 11 - 56 \times 2 = 273$	$35 \times 11 - 56 \times 1 = 364$	$35 \times 13 = 455$	341,25

\*В скобках приведена вероятность спроса на ящики.

Расчет средней ожидаемой прибыли производится с использованием вероятностей состояний природы, как и в задачах 1 и 2.

**Вывод.** Наибольшая из средних ожидаемых прибылей (385 дол.) отвечает при заданных возможностях спроса производству 11 ящиков ВС-6.

Производство 11 ящиков в неделю и следует рекомендовать АО «Фото и цвет», ибо показатель риска – среднее квадратичное отклонение, как нетрудно убедиться,  $\sigma_{\xi} = 0$  – минимален при максимальной средней ожидаемой прибыли.

Если срок службы химического реактива будет удлинен, то его производство даже при прежнем спросе можно увеличить, частично производя на склад для последующей реализации.

### Задачи для самостоятельного решения

**Задача 1.** Компания, производящая стиральный порошок, работает в условиях свободной конкуренции. Порошок выпускается блоками, причем цена одного блока в будущем месяце является неопределенной: 10 руб. с вероятностью 0,3; 15 руб. с вероятностью 0,5; 20 руб. с вероятностью 0,3. Полные затраты ( $ПЗ$ ) на производство  $Q$  блоков стирального порошка определяются зависимостью  $ПЗ = 1000 + 5Q + 0,0025Q^2$ .

Постройте таблицу решений и определите суточный выпуск продукции компании (в блоках), при котором среднесуточная прибыль будет максимальной.

**Задача 2.** Спрос на некоторый товар, производимый монополистом, определяется зависимостью  $Q = 100 - 5p + 5j$ , где  $j$  - достоверно неизвестный уровень дохода потребителей,  $p$  - цена товара. По оценкам экспертов,

$$j = \begin{cases} 2 - \text{с вероятностью } 0,6; \\ 4 - \text{с вероятностью } 0,4. \end{cases}$$

Полные затраты на производство товара определяются зависимостью  $ПЗ = 5 + 4Q + 0,05Q^2$ . Сколько товара должен выпускать монополист и по какой цене продавать, чтобы максимизировать свою ожидаемую прибыль?

**Задача 3.** Молодой российский бизнесмен предполагает построить ночную дискотеку неподалеку от университета. По одному из допустимых проектов предприниматель может в дневное время открыть в здании дискотеки столовую для студентов и преподавателей. Другой вариант не связан с дневным обслуживанием клиентов. Представленные бизнес-планы показывают, что план, связанный со столовой, может принести доход в 250 тыс. руб. Без открытия столовой бизнесмен может заработать 175 тыс. руб. Потери в случае открытия дискотеки со столовой составят 55 тыс. руб., а без столовой — 20 тыс. руб. Определите наиболее эффективную альтернативу на основе средней стоимостной ценности в качестве критерия.

**Задача 4.** Небольшая частная фирма производит косметическую продукцию для подростков. В течение месяца реализуется 15, 16 или 17 упаковок товара. От продажи каждой упаковки фирма получает 75 руб. прибыли. Косметика имеет малый срок годности, поэтому, если упаковка не продана в месячный срок, она должна быть уничтожена. Поскольку производство одной упаковки обходится в 115 руб., потери фирмы составляют 115 руб., если упаковка не продана к концу месяца. Вероятности продать 15, 16 или 17 упаковок за месяц составляют соответственно 0,55; 0,1 и 0,35. Сколько упаковок косметики следует производить фирме ежемесячно? Какова ожидаемая стоимостная ценность этого решения? Сколько упаковок можно было бы производить при значительном продлении срока хранения косметической продукции?

**Задача 5.** Магазин «Молоко» продает в розницу молочные продукты. Директор магазина должен определить, сколько бидонов сметаны следует закупить у производителя для торговли в течение недели. Вероятности того, что спрос на сметану в течение недели будет 7, 8, 9 или 10 бидонов, равны соответственно 0,2; 0,2; 0,5 и 0,1. Покупка одного бидона сметаны обходится магазину в 70 руб., а продается сметана по цене 110 руб. за бидон. Если сметана не продается в течение недели, она портится, и магазин несет убытки. Сколько бидонов сметаны желательно приобретать для продажи? Какова ожидаемая стоимостная ценность этого решения?

**Задача 6.** Найти наилучшие стратегии по критериям: максимакса, Вальда, Сэвиджа, Гурвица (коэффициент пессимизма равен 0,2), Гурвица применительно к матрице рисков (коэффициент пессимизма равен 0,4) для следующей платежной матрицы игры с природой (элементы матрицы – выигрыши):

$$\begin{pmatrix} 5 & -3 & 6 & -8 & 7 & 4 \\ 7 & 5 & 5 & -4 & 8 & 1 \\ 1 & 3 & -1 & 10 & 0 & 2 \\ 9 & -9 & 7 & 1 & 3 & -6 \end{pmatrix}.$$

**Задача 7.** Директор лицея, обучение в котором осуществляется на платной основе, решает, следует ли расширять здание лицея на 250 мест, на 50 мест или не проводить строительных работ вообще. Если население небольшого города, в котором организован платный лицей, будет расти, то большая реконструкция могла бы принести прибыль 250 тыс. руб. в год, незначительное расширение учебных помещений могло бы принести 90 тыс. руб. прибыли. Если население города увеличиваться не будет, то крупное расширение обойдется лицеем в 120 тыс. руб. убытка, а малое – 45 тыс. руб. Однако информация о том, как будет изменяться население города, отсутствует. Постройте дерево решений и определите лучшую альтернативу, используя критерий Вальда. Чему равно значение ОДО для наилучшей альтернативы в отсутствие необходимой информации?

Пусть при тех же исходных данных государственная статистическая служба предоставила информацию об изменении численности населения: вероятность роста численности населения составляет 0,7; вероятность того, что численность населения останется неизменной или будет уменьшаться, равна 0,3. Определите наилучшее решение, используя критерий максимизации ожидаемой денежной оценки. Чему равно значение ОДО для наилучшей альтернативы при получении дополнительной информации? Какова ожидаемая ценность дополнительной информации?

**Задача 8.** При крупном автомобильном магазине планируется открыть мастерскую по предпродажному обслуживанию и гарантийному ремонту автомобилей. Консультационная фирма готова предоставить дополнительную информацию о том, будет ли рынок благоприятным или нет. Эти сведения обойдутся магазину в 13 тыс. руб. Администрация магазина считает, что эта информация гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,5. Если рынок будет благоприятным, то большая мастерская принесет прибыль в 60 тыс. руб., а маленькая – 30 тыс. руб. При неблагоприятном рынке магазин потеряет 65 тыс. руб., если будет открыта большая мастерская, и 30 тыс. руб. – если откроется маленькая. Не имея дополнительной информации, директор оценивает вероятность благоприятного рынка как 0,6. Положительный результат обследования гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,8. При отрицательном результате рынок может оказаться благоприятным с вероятностью 0,3. Постройте дерево решений и определите:

- 1) Следует ли заказать консультационной фирме дополнительную информацию, уточняющую конъюнктуру рынка?
- 2) Какую мастерскую следует открыть при магазине: большую или маленькую?
- 3) Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?
- 4) Какова ожидаемая ценность дополнительной информации?

**Задача 9.** Фирма, производящая вычислительную технику, провела анализ рынка нового высокопроизводительного персонального компьютера. Если будет выпущена крупная партия компьютеров, то при благоприятном рынке прибыль составит 250 тыс.

руб., а при неблагоприятных условиях фирма понесет убытки в 185 тыс. руб. Небольшая партия техники в случае ее успешной реализации принесет фирме 50 тыс. руб. прибыли и 10 тыс. руб. убытков – при неблагоприятных внешних условиях. Возможность благоприятного и неблагоприятного исходов фирма оценивает одинаково. Исследование рынка, которое может провести эксперт, обошлось фирме в 15 тыс. руб. Эксперт считает, что с вероятностью 0,6 рынок окажется благоприятным. В то же время при положительном заключении благоприятные условия ожидаются лишь с вероятностью 0,8. При отрицательном заключении с вероятностью 0,15 рынок также может оказаться благоприятным. Используйте дерево решений для того, чтобы помочь фирме выбрать правильную технико-экономическую стратегию. Ответьте на следующие вопросы:

- 1) Следует ли заказывать эксперту дополнительное обследование рынка?
- 2) Какую максимальную сумму фирма может выплатить эксперту за проделанную работу?
- 3) Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

**Задача 10.** Автомобильный завод получает реле поворота от двух поставщиков: А и В. Качество этих изделий характеризуется данными в табл.11.

Таблица 11

Процент брака	Вероятность для поставщика	
	А	В
1	0,7	0,4
2	0,1	0,3
3	0,09	0,15
4	0,07	0,1
5	0,04	0,05

Полные затраты, связанные с ремонтом одного бракованного реле, составляют 5 руб.

Реле поступают партиями по 20 000 шт. Поскольку качество изделий у поставщика В хуже, он уступает всю партию на 500 руб. дешевле. Постройте дерево решений. Какого поставщика следует выбрать?



## Тема 5.

---

### Финансовые решения в условиях риска

#### Изучив данную тему, студент должен

##### знать:

- основные подходы к принятию решений в условиях возникновения рисков ситуаций;
- основные приложения динамических моделей планирования финансов;
- особенности построения моделей оценки банковских рисков.

#### При изучении данной темы необходимо акцентировать внимание на следующих понятиях:

- модели оптимального многопериодного планирования инвестиций в различные проекты;
- оптимальная стратегия инвестирования;
- многовариантность экономико-математической модели оценки банковских рисков;
- степень допустимости общего размера риска;
- размер риска на одного заемщика;
- влияние рисков операций банка на получение дополнительных доходов.

#### Для самопроверки по теме 5 необходимо ответить на вопросы:

1. Особенности динамических моделей планирования финансов.
2. Модель оценки банковских рисков.
3. Как рассчитывается степень допустимости общего размера риска.
4. Как рассчитывается размер риска на одного заемщика.
5. Каково влияние рисков операций банка на получение дополнительных доходов.
6. Соотношение между активами и пассивами баланса с точки зрения банковских рисков.
7. Анализ средств, вложенных в активы с повышенным риском.
8. Анализ кредитных вложений банка с точки зрения банковских рисков.



Динамические модели планирования финансов. Модель оценки банковских рисков. Степень допустимости общего размера риска. Размер риска на одного заемщика. Влияние рисков операций банка на получение дополнительных доходов. Соотношение между активами и пассивами баланса с точки зрения банковских рисков. Анализ средств, вложенных в активы с повышенным риском. Анализ кредитных вложений банка с точки зрения банковских рисков.

### Цели и задачи изучения темы:

познакомить студента с классическими и современными методами принятия финансовых решений в условиях риска.

## 5.1. Динамические модели планирования финансов

Опишем модели оптимального многопериодного планирования инвестиций в различные проекты. Индекс риска, связанного с реализацией каждого из проектов, оценивается экспертно по десятибалльной шкале. Каждому допустимому проекту отвечает свой заданный индекс риска. Общий подход к построению моделей в форме линейного программирования демонстрируется на задачах 1 и 2.

**Задача 1.** Акционерное общество (АО) закрытого типа заключило контракт на покупку нового оборудования для производства железобетонных блоков стоимостью 750 000 дол. В соответствии с условиями контракта 150 000 дол. в качестве аванса необходимо уплатить через 2 месяца, а остальную сумму – через 6 месяцев, когда оборудование будет установлено. Чтобы расплатиться полностью и в указанные сроки, руководство АО планирует создать целевой фонд, предназначенный для инвестиций. Поскольку инвестиционная деятельность принесет дополнительную наличность к моменту расчета за приобретенное оборудование, отложить следует не всю сумму в 750 000 дол., а меньшую. Сколько именно, зависит от имеющихся возможностей и правильности организации процесса инвестирования. Акционерное общество решило сосредоточиться на 4 направлениях (12 возможностях) использования средств целевого фонда. Данные для задачи финансового планирования приведены в табл. 12.

Таблица 12

Направления использования инвестиций	Возможные начала реализации инвестиционных проектов, мес.	Длительность инвестиционного проекта, мес.	Процент за кредит	Индекс риска
A	1,2,3,4,5,6	1	1,5	1
B	1,3,5	2	3,5	4
C	1,4	3	6,0	9
D	1	6	11	7

Руководство АО ставит перед собой три основные цели:

1) при данных возможностях инвестирования и утвержденного графика выплат должна быть разработана стратегия, минимизирующая наличную сумму денег, которые АО направляет на оплату оборудования по контракту;

2) при разработке оптимальной стратегии средний индекс риска инвестиционных фондов в течение каждого месяца не должен превышать 6. Этот показатель индекса риска, как предполагается, отвечает возможностям менеджера фирмы по управлению проектами;

3) в начале каждого месяца (после того, как сделаны новые инвестиции) средняя продолжительность погашения инвестиционных фондов не должна превышать 2,5 месяца. Причины те же, что и в п. 2.

Таким образом, среди потенциально реализуемых проектов выбираются наиболее экономически эффективные, при этом проекты повышенной рисковости должны компенсироваться менее рисковыми, а очень длинные проекты должны выполняться одновременно с более краткосрочными. Для решения данной задачи необходимо, во-первых, подготовить и систематизировать имеющуюся исходную информацию и, во-вторых, построить адекватную сформулированным целям экономико-математическую модель. Динамику возможных вложений и условий возврата денежных средств можно отобразить следующим образом:

Обозначения в модели:

$A_i$  – объем инвестиций в направление (проект)  $A$  в начале месяца  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 6$ );

$B_i$  – объем инвестиций в направление (проект)  $B$  в начале месяца  $i$  ( $i = 1, 3, 5$ );

$C_i$  – объем инвестиций в направление (проект)  $C$  в начале месяца  $i$  ( $i = 1, 4$ );

$D_i$  – объем инвестиций в направление (проект)  $D$  в начале месяца  $i$  ( $i = 1$ );

$K$  – объем инвестиций в начале первого месяца.

Цели, на достижение которых направлена инвестиционная деятельность АО, а также необходимые ограничения, формализуются следующими соотношениями:

1. Начальная сумма инвестиций  $K$  должна быть минимальной:

$$K \rightarrow \min.$$

2. Балансовые ограничения на структуру инвестиций для каждого месяца имеют

вид:

$$K_1 - A_1 - B_1 - C_1 - D_1 = 0;$$

$$1,015A_1 - A_2 = 0;$$

$$1,015A_2 + 1,035B_1 - A_3 - B_3 = 150\,000 \text{ дол.};$$

$$1,015A_3 + 1,06C_1 - A_4 - C_4 = 0;$$

$$1,015A_4 + 1,035B_3 - A_5 - B_5 = 0;$$

$$1,015A_5 - A_6 = 0;$$

$$1,015A_6 + 1,035B_5 + 1,06C_4 + 1,11D_1 = 600\,000 \text{ дол.}$$

3. Ограничения на средневзвешенные риски проектов (для каждого месяца):\*

$$\frac{1A_1 + 4B_1 + 9C_1 + 7D_1}{A_1 + B_1 + C_1 + D_1} \leq 6 \Rightarrow -5A_1 - 2B_1 + 3C_1 + D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_2 + 4B_1 + 9C_1 + 7D_1}{A_2 + B_1 + C_1 + D_1} \leq 6 \Rightarrow -5A_2 - 2B_1 + 3C_1 + D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_3 + 4B_3 + 9C_1 + 7D_1}{A_3 + B_3 + C_1 + D_1} \leq 6 \Rightarrow -5A_3 - 2B_3 + 3C_1 + D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_4 + 4B_3 + 9C_4 + 7D_1}{A_4 + B_3 + C_4 + D_1} \leq 6 \Rightarrow -5A_4 - 2B_3 + 3C_4 + D_1 \leq 0;$$

\* Запись  $A \Rightarrow B$  означает, что из истинности условия  $A$  вытекает условие  $B$ .

$$\frac{1A_5 + 4B_5 + 9C_4 + 7D_1}{A_5 + B_5 + C_4 + D_1} \leq 6 \Rightarrow -5A_5 - 2B_5 + 3C_4 + D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_6 + 4B_5 + 9C_4 + 7D_1}{A_6 + B_5 + C_4 + D_1} \leq 6 \Rightarrow -5A_6 - 2B_5 + 3C_4 + D_1 \leq 0.$$

4. Ограничения на средний срок погашения инвестиционного фонда (для каждого месяца):

$$\frac{1A_1 + 2B_1 + 3C_1 + 6D_1}{A_1 + B_1 + C_1 + D_1} \leq 2,5 \Rightarrow -1,5A_1 - 0,5B_1 + 0,5C_1 + 3,5D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_2 + 1B_1 + 2C_1 + 5D_1}{A_2 + B_1 + C_1 + D_1} \leq 2,5 \Rightarrow -1,5A_2 - 1,5B_1 - 0,5C_1 + 2,5D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_3 + 2B_3 + 1C_1 + 4D_1}{A_3 + B_3 + C_1 + D_1} \leq 2,5 \Rightarrow -1,5A_3 - 0,5B_3 - 1,5C_1 + 1,5D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_4 + 2B_3 + 3C_4 + 3D_1}{A_4 + B_3 + C_4 + D_1} \leq 2,5 \Rightarrow -1,5A_4 - 1,5B_3 + 0,5C_4 + 0,5D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_5 + 2B_5 + 2C_4 + 2D_1}{A_5 + B_5 + C_4 + D_1} \leq 2,5 \Rightarrow -1,5A_5 - 0,5B_5 - 0,5C_4 - 0,5D_1 \leq 0;$$

$$\frac{1A_6 + 1B_5 + 1C_4 + 1D_1}{A_6 + B_5 + C_4 + D_1} \leq 2,5 \Rightarrow -1,5A_6 - 1,5B_5 - 1,5C_4 - 1,5D_1 \leq 0.$$

Таким образом, задача описывается моделью линейного программирования, имеющей 19 ограничений в форме равенств и неравенств и 13 переменных\*. Оптимальное решение, найденное с помощью специальной компьютерной программы на ПК IBM PC/AT, имеет вид:

$$K = 683\,176,44; A_1 = 0; A_2 = 0; A_3 = 2\,672,49; A_4 = 7\,667,67; A_5 = 0; \\ A_6 = 0; B_1 = 461\,836,6; B_3 = 325\,328,4; B_5 = 344\,497,6; C_1 = 221\,339,8; \\ C_4 = 229\,665; D_1 = 0.$$

Благодаря полученному оптимальному решению удалось обеспечить уплату в срок обусловленных контрактом 150 000 дол. и вместо необходимых для конечных расчетов 600 000 дол. (750 000 - 150 000 = 600 000 дол.) заработать  $K = 683\,176,44$  дол., часть из которых способствовала уменьшению долговых обязательств по контракту (на 13,86 %);

Оптимальное решение показывает, каким неочевидным заранее, но эффективным способом распределяются инвестиционные ресурсы по месяцам реализации проекта.

Это демонстрирует возможности линейного программирования, обуславливая эффективность того, что на первый взгляд таковым не казалось.

\* Последние два ограничения в блоке 4 в силу неотрицательности искомых переменных выполняются всегда и их можно не учитывать.

**Задача 2.** В табл. 13 отражены пять проектов, которые конкурируют между собой за получение инвестиционных фондов компании. Мы видим, какие наличные деньги будут получены на вложение одного доллара.

Таблица 13

Год	Эффективность инвестиционного проекта на один вкладываемый доллар				
	A	B	C	D	E
Первый	-1,00	0	-1,00	-1,00	0
Второй	+0,30	-1,00	+1,10	0	0
Третий	+1,00	+0,30	0	0	-1,00
Четвертый	0	+1,00	0	+1,75	+1,40

Например, проект *A* – это инвестиции, которые можно сделать в начале первого года на два следующих года, причем в конце этого же года можно возратить 30 центов на вложенный доллар, а в конце следующего года можно дополнительно получить еще 1 дол. Максимальная сумма, которая может быть вложена в этот проект, составляет 500 000 дол. Проект *B* полностью аналогичен проекту *A*, но вложение денег можно сделать только в начале следующего года, и т.д. Деньги, полученные в результате инвестиций, можно реинвестировать в соответствии с предложенной схемой. В дополнение к этому компания может получать по 6 % годовых за краткосрочный вклад всех денег, которые не были вложены в инвестиции в данном году.

У компании имеется 1 000 000 дол. для инвестиций. Она хочет максимизировать сумму денег, накопленных к конечному периоду. Сформулируем задачу линейного программирования и получим решение на ЭВМ.

**Решение.** Построим экономико-математическую модель и приведем полученное на ЭВМ оптимальное решение.

Обозначения:

$a_1, b_2, c_1, d_1, e_3$  – инвестиции в проекты *A, B, C, D, E* соответственно; индексы 1, 2, 3 указывают первый, второй и третий годы вложения инвестиций;

$s_1, s_2, s_3$  – суммы, которые можно положить под краткосрочные 6 % соответственно в первом, втором, третьем годах.

Экономико-математическая модель:

а) в проект *A* в первый год не может быть вложено более 500 000 дол.:

$$a_1 \leq 500000;$$

б) поскольку у компании имеется 1 000 000 дол., то во все проекты эта сумма должна быть вложена в первом году (иначе к конечному периоду компания не максимизирует своих накоплений):

$$a_1 + c_1 + d_1 + s_1 = 1\,000\,000;$$

в) аналогичный баланс на второй год:

$$0,3a_1 + 1,1c + 1,06s_1 = b_2 + s_2;$$

г) аналогичный баланс на третий год:

$$a^1 + 0,3b^2 + 1,06s^2 = e^3 + s^3;$$

д) максимальный доход к конечному периоду:

$$b_2 + 1,75d_1 + 1,4e_3 + 1,06s_3 \rightarrow \max.$$

Полученное оптимальное решение:

$$a_1 = 500\,000 \text{ дол.}; d_1 = 500\,000 \text{ дол.}; e_3 = 659\,000 \text{ дол.}; s_2 = 150\,000 \text{ дол.}$$

Максимальный доход к конечному периоду равен 1 797 600 дол., что указывает на высокую эффективность инвестиционного процесса (прирост на 79,76 %). Остальные не приведенные значения указанных переменных модели равны нулю.

## 5.2. Модель оценки банковских рисков

В условиях рыночной экономики усиливается неустойчивость банковской системы. В свою очередь, это влияет на состояние различных отраслей экономики и предприятий, которые начинают сокращать свои средства и резервы, что приводит к нарушению нормального кругооборота кредитных ресурсов и повышению риска всех банковских операций. Существуют различные методы минимизации рисков, такие как соблюдение нормативов ликвидности, диверсификация портфеля, хеджирование. В настоящее время самым распространенным методом остается соблюдение экономических нормативов банковской ликвидности. Многие коммерческие банки, особенно специализированные, рассчитывают лишь отдельные виды рисков по различным направлениям банковской деятельности. На наш взгляд, перспективным становится определение размера допустимого совокупного риска банка.

Существуют различные типы рисков, на этом мы остановимся более подробно в следующей главе, сейчас же скажем, что в зависимости от методов расчета риски бывают комплексными (общими) и частными. Комплексный риск включает оценку и прогнозирование величины риска банка и соблюдение нормативов ликвидности. Частный риск основывается на создании шкалы коэффициентов риска или взвешивании риска по отдельной банковской операции или группами.

Особого интереса с точки зрения оценки рисков заслуживают показатели достаточности капитала и максимального размера риска на одного заемщика. Можно заметить их сходство с основополагающим коэффициентом Кука, выражающим соотношение между собственными фондами банка и понесенными рисками. При этом собственные фонды включают в себя капитал банка, резервы, эмиссионные премии, прибыль банка за вычетом налогов. Риски определяются взвешенно, по отдельной операции банка, в зависимости от ее природы и длительности. Фактически показатели достаточности капитала близким к коэффициенту Кука, за исключением некоторых специфических резервов банков стран с рыночной экономикой (риск страны, срочные долги, переоценка и т.д.). Что касается расчета максимального размера риска на одного заемщика банка, то этот показатель является обратным по отношению к коэффициенту Кука и показателям достаточности капитала.

### Степень допустимости общего размера риска

Главной задачей научного управления рискованными операциями банка является определение степени допустимости и оправданности того или иного риска и принятия решения, направленного или на использование рискованных ситуаций, или на выработку системы мер, снижающих возможность появления потерь банка от какой-либо банковской операции. Это предполагает создание и использование многовариантной универсальной модели для анализа операций банка и проведения систематических расчетов степени допустимости банковского риска.

В соответствии с данной методикой, необходимо определить степень допустимости общего размера риска:

$$H = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{K} \times E \times K_p,$$

где  $K_p$  – корректирующий коэффициент состава и кредитоспособности клиентов;

$H$  – степень допустимости общего размера риска банка (этот показатель отражает максимально возможную степень риска банка за определенный период, за которой следует крах банка. Его максимально допустимое значение не должно превышать 10);

$P_1, \dots, P_n$  – риски по всем операциям анализируемого баланса банка.

Для определения  $R_1, \dots, R_n$  используется Инструкция ЦБР, где все операции или активы группируются в шесть групп с учетом степени риска вложений и возможной потери.

При этом в I группу входят активы, свободные от риска, во II группу – активы с минимальным риском, в III–VI группы – активы с повышенным риском, расположенные по степени возрастания риска.

$K$  – капитал банка, который рассчитывается по статьям баланса согласно Инструкции Центрального банка России.

$E$  – коэффициент, корректирующий внешние риски банка. Внешние риски банка ( $E$ ) не связаны с деятельностью банка или конкретного клиента. Речь идет о различных политических (войны, бунты, беспорядки, идеологические разногласия), социальных (забастовки, беспорядки и др.), экономических (снижение национального дохода, инфляция, рост цен, уменьшение доходов и т.д.), геофизических (пожары, землетрясения, наводнения и т.д.) рисках.

Коэффициент внешних рисков для экономического региона рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{FB}{F_1 + F_2 + \dots + F_n},$$

где  $FB$  – сумма воздействий всех возможных и учитываемых факторов;

$F_1 \dots F_n$  – фактическое воздействие каждого фактора и его степень.

По оценке и методике Дойче-банка внешние риски всех банков и предприятий на территории России достигают 38%.

Следовательно, задача банка по управлению рисками состоит в том, чтобы, с одной стороны, максимально стремиться к достижению критериального уровня степени риска, а с другой стороны, ни в коем случае не превышать его. При увеличении капитала банка срочно следует в соответствующей пропорции нарастить рискованные операции банка и наоборот.

Для получения достаточного дохода и избежания потерь важно сохранять оптимальную найденную величину между объемами рискованных операций банка и капиталом.

#### Размер риска на одного заемщика

Следует различать риск, который несет банк в целом, и кредитный риск, который возникает при выдаче каждой отдельной ссуды клиенту банка.

Поэтому важным является определение максимального размера риска банка на одного заемщика по формуле:

$$H_d = \frac{P}{K},$$

где  $P$  – размер риска банка на одного заемщика (совокупная сумма обязательств заемщика банку по кредитам, а также 50% сумм забалансовых обязательств, выданных банком в отношении данного заемщика);

$K$  – капитал банка.

При этом критериальный уровень показателя не должен превышать 1. А размер риска банка не может быть более 10% активов банка и 20% капитала банка.

В противном случае следует увеличивать капитал банка.

Однако банк имеет дополнительные риски в зависимости от класса кредитоспособности и платежеспособности клиента. Поэтому необходимо оценивать политику банка по

формированию состава клиентов, работу банка с клиентами и те риски, которые несет банк от работы с клиентами низкой кредитоспособности или неплатежеспособными.

Состав клиентов банка определяет метод расчета риска банка и степень самого риска. Мелкий заемщик подвержен большей зависимости от случайностей рыночной экономики, чем крупный. В то же время крупные кредиты, выданные одному заемщику или группе связанных между собой заемщиков, часто являются причиной банковских банкротств. Поэтому одним из методов регулирования риска при предоставлении крупных кредитов служит ограничение его размера в зависимости от класса кредитоспособности.

Существенное значение при этом имеет и правильный отбор банком клиентов. Обычно к таким партнерам относятся предприятия, обладающие достаточной финансовой устойчивостью, имеющие высокие показатели ликвидности и платежеспособности балансов, определенный уровень доходности и хорошо обеспеченные собственными средствами.

Предпочтительным клиентом для банка является заемщик I класса, риск неплатежа по ссудам которого невелик и не требует применения гарантий, залогового права. Однако на него могут воздействовать внешние факторы, связанные с коммерческими рисками его деятельности. Например, неустойчивость валютных курсов, неплатежеспособность покупателя или заемщика, отказ покупателя от платежа или принятия товара, неоплата долга покупателя в установленный срок, изменение цен на сырье, материалы, полуфабрикаты после заключения договора, ошибки в документах или оплате, злоупотребления или хищения, углубление экономического кризиса в стране, наводнения, пожары, и т.д. Поэтому банк даже в отношении клиентов I класса должен владеть информацией о размерах их внешних рисков.

Для клиентов других классов кредитоспособности банк вынужден определять тенденции, углубляющие развитие внутренних рисков. Для подобных расчетов необходимо составление многовариантной модели по определению размеров совокупных рисков деятельности клиента банка. Она должна включать алгоритм, оптимизирующий учет многообразных и разнонаправленных субъективных и объективных факторов риска, внутренних и внешних связей клиента и банка, а также зависимость клиента банка от других заемщиков.

Многовариантность экономико-математической модели позволит:

- учесть специфику перехода к рыночной экономике;
- повысить качество, надежность, стабильность, эффективность деятельности банка, снизить возможность ошибок работников банка;
- согласовать интересы отдельного заемщика и банка, всех клиентов друг с другом и банком;
- застраховать возможные потери и риски при кредитовании;
- учесть особенности зарубежного аудита;
- определить узкие места в деятельности банка;
- ориентироваться в условиях международной конъюнктуры и повышенного коммерческого риска.

Рассматриваемая модель может выглядеть следующим образом:

$$K_3 = K_p \times \frac{P_1 + \dots + P_n}{K_{вл}} \times E,$$

где  $K_3$  – коэффициент риска отдельного заемщика банка. При умножении его на 100% получаем степень риска;

$K_p$  – корректирующий коэффициент, учитывающий кредитоспособность клиента и его размер.

Все клиенты банка по составу капитала и обороту подразделяются на 3 группы: мелкие, средние и крупные. Внутри каждой группы выделяются 3 класса кредитоспособности. В зависимости от кредитоспособности клиента корректирующий коэффициент рассчитывается:

- для клиента I класса: 1 \* на процент первоклассных мелких клиентов плюс 1 \* на процент первоклассных средних клиентов плюс 1 \* на процент первоклассных крупных клиентов в общем составе клиентов;
- для клиентов II класса: 2 \* на процент мелких клиентов 2-го класса плюс 2 \* на процент средних клиентов 2 класса плюс 3 \* на процент крупных клиентов 2-го класса;
- для клиентов III класса: 4 \* на процент мелких клиентов плюс 4 \* на процент средних клиентов плюс 5 \* на процент крупных клиентов.

$P_1, \dots, P_n$  – размер рисков, связанных с кредитной операцией клиента, т.е. обязательства заемщика банка по кредитам плюс 50% сумм забалансовых обязательств, выданных банком в отношении данного заемщика, скорректированные с учетом риска;

Квл – сумма кредитных вложений по данной операции;

E – корректирующий коэффициент, учитывающий действия внешних факторов клиента.

Из приведенной модели видно, что точность оценки риска банка отдельного заемщика зависит от качества информации, на которой основана оценка. Каждому учреждению банка важно создать обширную, современную, достоверную информационную базу.

Информационная база должна строиться на внесистемном учете банка по составу клиентов в зависимости от капитала и оборота, подразделения их на 3 группы (мелкий, средний и крупный заемщик), а внутри каждой группы на 3 класса кредитоспособности. Ценность такой базы данных заключается в возможности ее использования для расчета и интерпретации основных взаимосвязей, прогнозирующих способность заемщика возвратить ссуду и ответить по своим обязательствам в определенный отрезок времени.

Максимально допустимое значение рассматриваемого коэффициента – 0,5.

В отличие от показателя степени допустимости риска в целом по банку, который должен поддерживаться на оптимальном уровне, размер риска на одного клиента банка должен систематически минимизироваться.

В случае превышения максимально допустимого размера риска следует взыскать в бесспорном порядке ранее выданную клиенту ссуду или при отсутствии на счете клиента денежных средств продать взятые под залог товарно-материальные ценности или недвижимость.

Следует определить, какую сумму кредита для банка считать крупной. В этом смысле следует определить право каждому банку принимать решения по возможности предоставления крупных кредитов. Кроме того, крупные кредиты следует разбить по группам клиентов. Для мелких клиентов крупный кредит одного размера, для крупных – другой. Поэтому, пользуясь методикой анализа баланса с позиции банковских рисков, обязательна корректировка показателя размера риска на одного клиента на класс кредитоспособности и состав клиента.

При решении вопроса о предоставлении крупного кредита желательно каждому банку определить критериальный уровень размера крупного кредита по мелкому заемщику. Для этого необходимо установить среднюю величину выданных мелким заемщикам кредитов за ряд лет в динамике и скорректировать их на средний размер рисков по этой группе клиентов в зависимости от их класса кредитоспособности.

Влияние рискованных операций банка на получение дополнительных доходов

Дополнительный доход вычисляется следующим образом:

$$D_d = \Pi \times \frac{H}{100},$$

где  $D_d$  – дополнительный доход, полученный банком за счет осуществления рискованных операций;

$\Pi$  – балансовая прибыль;

$H$  – степень допустимости риска по банку;

$\frac{H}{100}$  – процент допустимости риска по банку.

При помощи этого показателя можно определить сумму потерь банка (упущенной выгоды) из-за недостижения оптимальной степени риска. Для этого следует из суммы прибыли, скорректированной на критериальный уровень процента риска по банку, вычесть прибыль, скорректированную на фактический уровень процента риска.

$$D_{\Pi} = \left(\Pi \times \frac{H_k}{100}\right) - \left(\Pi \times \frac{H_f}{100}\right),$$

где  $D_{\Pi}$  – потери упущенной выгоды от сокращения рискованных операций банка;

$\Pi$  – балансовая прибыль;

$\frac{H_k}{100}$  – критериальный уровень процента риска по банку;

$\frac{H_f}{100}$  – фактический уровень процента риска по банку.

В итоге можно сформулировать вывод: чем выше степень банковского риска, тем выше доход банка. Достижение оптимальной величины банковского риска ведет к получению наибольшей прибыли. Превышение степени допустимости риска банка приводит к банкротству.

Соотношение между активами и пассивами баланса с точки зрения банковских рисков

1. Сопоставление по суммам краткосрочных ресурсов банка

Средства на расчетном счете капвложений, средства на текущих счетах, прочие средства, средства депонированные, кредитные ресурсы, полученные из других банков с краткосрочными кредитами в динамике позволяют определить обеспеченность выдаваемых краткосрочных ссуд соответствующими ресурсами.

Показатель, характеризующий удельный вес кредитов, полученных от других банков в общем объеме краткосрочных ресурсов банка свидетельствует о степени зависимости банка от других банков и недостаточно активной политике банка в области развития пассивных операций, о росте потерь банка по уплате процентов за привлеченные из других банков ресурсы.

При превышении возможно допустимого уровня риска другими банками, а также в случае неожиданного их банкротства в условиях рыночной экономики банк, имеющий высокий удельный вес кредитов других банков, рискует лишиться привлеченных средств в весьма значительных и существенных для банка размерах в любой момент.

Коэффициент диверсификации привлеченных средств показывает эффективность политики банка по привлечению ресурсов, а также финансовую и рисковую устойчивость банка. Он определяется как отношение среднего процента, приходящегося на

каждый вид привлеченных ресурсов, к 100 %. Его критериальный уровень рекомендуется как 0,17. При нарушении возникает опасность возникновения процентного риска. Процентный риск рассчитывается как разница между суммами уплаченных и полученных банком процентов.

2. Сопоставление по суммам долгосрочных ресурсов банка (срочные вклады и депозиты, вклады граждан) с долгосрочными кредитами в динамике позволяет определить обеспеченность долгосрочных кредитов ресурсами.

3. Распределение депозитов и кредитов по срокам и суммам позволяет снизить риск необеспеченности ссуд банка ресурсами.

Систематическое сопоставление активов и пассивов баланса банка по суммам и срокам позволяет избежать появления процентного риска банка, обеспечить необходимую диверсификацию привлеченных ресурсов, исключить банкротство банка из-за необеспеченности ссуд привлеченными ресурсами.

#### Анализ кредитных вложений банка с точки зрения банковских рисков

1. Удельный вес просроченной задолженности по краткосрочным ссудам банка в общей сумме кредитных вложений характеризует уровень возможных потерь, которые могут вообще не вернуться банку. Для предотвращения появления просроченной задолженности по ссудам банка необходимо рассчитывать риск банка при кредитовании одного заемщика, а также класс кредитоспособности и размер капитала и оборота банка.

Удельный вес просроченной задолженности по принятым в мировой практике критериям не должен превышать 2,5%.

Доля полученных процентов по просроченным ссудам банка от общей суммы полученных по краткосрочным ссудам процентов показывает степень доходности от просроченной задолженности.

Возможные потери банка от наличия просроченной задолженности определяются как разница между суммами задолженности и полученными на них процентами.

#### 2. Структура кредитных вложений.

Необходимо определить удельные веса кредитов, выдаваемых банком клиентам разных отраслей и рисковей деятельности: государственным предприятиям, акционерным обществам, агропромышленному комплексу, малым предприятиям и т.д. в общем объеме кредитных вложений.

Повышенную степень риска имеют ссуды, выданные коммерческим структурам (малым предприятиям, совместным предприятиям и т.д.). Наличие высоких удельных весов кредитов, выданных этим категориям, требует проведения дополнительного анализа обеспеченности этих ссуд залогами товарно-материальных ценностей, гарантиями других банков и третьих лиц, поручительствами, страховыми полисами.

Удельный вес долгосрочных ссуд в общей сумме кредитных вложений свидетельствует о доле кредитов, подверженных высокой степени рисков из-за возрастания инфляции, неустойчивости экономики, политических и внешних рисков. Удельный вес этих ссуд, выданных сельскохозяйственным предприятиям, совместным предприятиям, малым предприятиям, при отсутствии залога земли и другой недвижимости и поручительства подвергает банк дополнительному риску необеспеченности и невозврата кредита.

Анализ структурных кредитных вложений, с точки зрения рисков, строится на анализе возможных потерь банка в результате высоких удельных весов просроченных ссуд, долгосрочных ссуд, краткосрочных ссуд, выданных заемщикам с высокой степенью риска за вычетом из этой доли ссуд, обеспеченных залогом товарно-материальных ценностей, недвижимости, поручительствами.

Для анализа структуры кредитных вложений, с точки зрения рисков, необходимо внести коррективы и уточнения в размер рискованных кредитов. Для этого, кроме балансового размера выданных ссуд, скорректированных на 30% риска, согласно Инструкции Центрального банка, к полученной сумме следует прибавить суммы кредитов, связанных с повышенным риском, т.е. суммы кредитования части постоянных запасов торговых, снабженческих предприятий и организаций, клиентов, кредитующихся по совокупности материальных ценностей и запасов; суммы кредитов, выданных клиентам, третьего класса кредитоспособности или клиентам, которые по тем или иным причинам не имеют права на получение кредита, но все-таки добились его; размеров просроченных кредитов.

Определенная политика банка в области прекращения кредитования постоянной неснижающейся потребности заемщиков, клиентов третьего класса кредитоспособности или не имеющих права на кредит, позволит значительно снизить риск, возникающий при кредитовании заемщика.

При наличии факта непогашения долгосрочных ссуд, а также при расширении их объема, необходимо брать под залог ссуд недвижимость: землю, здания, сооружения и т.д., использовать возможность выпуска облигационных займов, а также с целью повышения доходности операций банка по долгосрочному кредитованию использовать практику введения дополнительного процента по ссудам, скорректированного на темп инфляции.

#### Анализ средств, вложенных в активы с повышенным риском

1. Удельный вес вложений в совместную деятельность в активах банка характеризует долю операций банка с самым высоким риском.

Анализ следует дополнить удельным весом доходов, полученных от вложений в совместную деятельность в общей сумме доходов банка.

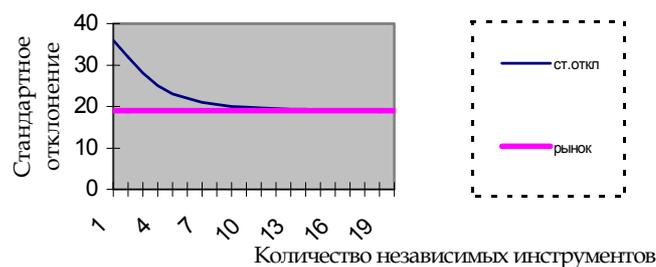
Далее следует сопоставить полученные банком доходы от вложений в совместную деятельность по отношению к объему вложенных банков средств с доходами от кредитных вложений по отношению к сумме кредитных вложений. Это позволит определить потери банка от деятельности, связанной с повышенным риском или дополнительные доходы в случае высокодоходных вложений банка.

2. Удельный вес вложений банка в ценные бумаги в активах банка свидетельствует о доле операций банка с повышенным риском.

Для его минимизации следует определить долю каждого вида ценных бумаг в общем портфеле инвестиций. То же необходимо сделать по срокам погашения ценных бумаг. Высокая доля надежных ценных бумаг в портфеле инвестиций банка позволит банку повысить ликвидность баланса, доходность и прибыльность, минимизировать риск по операциям с ценными бумагами.

Анализ средств, вложенных в активы с повышенным риском строится на анализе удельных весов рискованных операций в активах банка, доходности операций, возможности минимизации рисков.

С точки зрения диверсификации банк использует все современные возможности, существующие на российском рынке. Теоретически у Брейли [29] показано, для того, чтобы исключить частные риски и свести их только к рыночному, необходимо использовать по крайней мере 10–11 независимых друг от друга финансовых инструментов (рис. 5). К сожалению, сегодняшний рынок не может предоставить таких возможностей. Эффективная диверсификация – это не просто добавление активов к портфелю, но добавление таких активов, доходы которых имеют самые низкие корреляции с активами, присутствующими в портфеле.



**Рис. 5 Диверсификация уменьшает степень риска**

Таким образом, проведя анализ информации по оценке банковских рисков и уменьшению их влияния на доходы и в целом на финансовые результаты деятельности банка, можно сделать следующие выводы:

1. Защита от проявления риска кредитования индивидуального заемщика состоит в определении его кредитоспособности. Но надо отметить, что в настоящее время практически не уделяется внимания трендам показателей банка, все проводимые расчеты осуществляются по данным прошедшего периода и выводы, соответственно, также характеризуют деятельность предприятия в прошлом. Банк, кредитуя заемщика, подвергается будущему риску невозврата кредита. Поэтому необходимо совершенствовать методологию определения кредитоспособности.

2. Избежать или снизить кредитный риск может помочь создание единой информационной базы о заемщиках. Такая база данных, содержащая всю жизненную историю клиента, позволит выработать оптимальную стратегию кредитования каждого заемщика, и поможет избежать возможной потери доходов.

3. В нынешних кризисных условиях, когда финансовое положение заемщиков зависит от множества внешних факторов, определение кредитоспособности клиента для банка связано с определенными трудностями. При принятии в обеспечение кредита материальных ценностей банк должен учитывать конъюнктуру рынка на данные материальные ценности и оценку имущества производить, исходя из рыночных цен.

4. Каждый банк должен систематически анализировать структуру и качество кредитного портфеля, определив для себя оптимальное соотношение отдельных видов кредитов.



## Тесты

1. **Соотношение понятий «риск» и «доходность»:**
  - 1) риск и доходность изменяются в одном направлении;
  - 2) риск и доходность изменяются в противоположных направлениях;
  - 3) риск и доходность не связаны между собой.
2. **Хеджирование риска:**
  - 1) внесение рисков премий, покрывающих ожидаемую величину потерь;
  - 2) открытие противоположных позиций, снижающих совокупный уровень риска;
  - 3) ограничение каких-либо параметров, влияющих на риск заданной величиной.
3. **Дисперсия:**
  - 1) стандартное квадратичное отклонение;
  - 2) сумма квадратов отклонений случайной величины от ее среднего значения, взвешенных на соответствующие вероятности;
  - 3) сумма произведений значений случайной величины на их вероятности.
4. **Показателем эффективности финансового решения (операции) служит:**
  - 1) риск;
  - 2) рентабельность;
  - 3) прибыль.
5. **Математическое ожидание:**
  - 1) среднее значение случайной величины;
  - 2) сумма произведений значений случайной величины на их вероятности;
  - 3) сумма квадратов отклонений случайной величины от ее среднего значения.
6. **К показателям измерения риска относятся:**
  - 1) дисперсия;
  - 2) коэффициент вариации;
  - 3) дисконтирование потоков платежей.
7. **Соотношение понятий «риск» и «неопределенность»:**
  - 1) в отличие от неопределенности, риск возникает только в тех ситуациях, когда субъект принимает решение действовать;
  - 2) риск и неопределенность – тождественные понятия;
  - 3) риск – это измеримая неопределенность.
8. **Кредитный риск:**
  - 1) риск, возникающий из-за изменений условий на рынке, в результате которого может произойти частичная или полная потеря;
  - 2) риск, возникающий из-за возможности невыполнения заемщиком своих обязательств частично или полностью;
  - 3) риск, обусловленный деятельностью самого финансового института.
9. **Метод VAR:**
  - 1) метод управления процентным салдо;
  - 2) метод хеджирования рисков;
  - 3) метод управления рисками.

**10. Риск:**

- 1) опасность потерь;
- 2) вероятность неблагоприятного исхода финансовой операции;
- 3) неопределенность в предсказании результата проведения операции.

**11. Ссудный риск:**

- 1) кредитный риск;
- 2) риск невозврата размещенных ресурсов банка;
- 3) риск невозврата заемщиком кредитов или процентов по ним.

**12. Соотношение понятий «риск» и «объем актива»:**

- 1) риск растет вместе с ростом объема актива;
- 2) риск уменьшается с ростом объема актива;
- 3) риск и объем актива – понятия не взаимосвязанные.

**13. Антагонистическая игра:**

- 1) игра двух или более лиц с нулевой суммой;
- 2) взаимодействие двух лиц с противоположными интересами;
- 3) игра двух лиц, где в качестве одного из игроков выступает «природа».

**14. Чистая стратегия:**

- 1) выбор с определенной вероятностью смешанных стратегий;
- 2) каждая фиксированная стратегия, которую может выбрать игрок;
- 3) прямоугольная игра с конечным числом стратегий двух игроков.

**15. Достоверное событие:**

- 1) событие, вероятность которого равна 0,5;
- 2) событие, в котором каждый элементарный исход испытания не благоприятствует событию;
- 3) событие, вероятность которого равна 1.

**16. Игра:**

- 1) создание математических моделей реструктуризации объединений и их компьютерная реализация;
- 2) упрощенная математическая модель реальной конфликтной ситуации;
- 3) исключение из матрицы строк и столбцов, приводящее к уменьшению размерности платежной матрицы.

**17. Коэффициент асимметрии:**

- 1) четвертый нормированный центральный момент;
- 2) нормированная величина третьего центрального момента;
- 3) отношение коэффициентов эксцесса и скоса.

**18. Коэффициент вариации:**

- 1) степень риска на единицу дохода;
- 2) положительный корень из дисперсии;
- 3) диапазон вероятностного распределения ожидаемой доходности.

**19. Критерий Вальда:**

- 1) критерий максима;
- 2) максиминный критерий
- 3) критерий минимаксного риска.

**20. Риск процентной ставки относится к следующей категории:**

- 1) риски операционной среды;
- 2) риски поставки финансовых услуг;
- 3) финансовые риски.

**21. Диверсификация:**

- 1) добавление активов к портфелю, которые имеют низкие корреляции с активами, присутствующими в портфеле;
- 2) анализ средств, вложенных в активы с повышенным риском;
- 3) внесение рисков премий, покрывающих ожидаемую величину потерь.

**22. Коэффициент диверсификации привлеченных средств показывает:**

- 1) финансовую и рисковую устойчивость банка;
- 2) эффективность политики банка по привлечению и размещению ресурсов;
- 3) опасность возникновения кредитного риска.

**23. Процентный риск:**

- 1) риск изменения покупательной способности денег;
- 2) риск для прибыли, возникающий из-за колебаний процентной ставки;
- 3) риск принятия такого решения о предоставлении кредита, которое не приведет к получению наибольшего дохода из-за изменений процентных ставок.

**Список рекомендуемой литературы**

1. Альгин А.П. Грани экономического риска. – М.: Знание, 1991.
2. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2001.
3. Антонович А.Я. Курс государственного благоустройства. Ч.2. – М., 1890.
4. Антология экономической классики: В 2-х т. – М.: МП ЭКОНОВ, 1993.
5. Ачкасов А.И. Балансы коммерческих банков и методы их анализа. Вопросы ликвидности и их отражение в банковском балансе. – М.: Консалтбанкир, 1993.
6. Бабичева Ю.А., Тохова О.А. Анализ Банковского баланса // Деньги и кредит, 1999. – №3.
7. Балабанов И.Т. Риск – менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 1996.
8. Балабанов И.Т. Основы финансового менеджмента. – М.: Финансы и статистика, 1997.
9. Банки и банковские операции / Под ред. Е.Ф. Жукова. – М.: Банки и биржи; ЮНИТИ, 1997.
10. Банки Москвы в 1998 году // Банки Москвы, 1999. – №3.
11. Банковская энциклопедия / Под ред. С.И. Лукаш, Л.А. Малютиной. – Днепропетровск: Баланс-Аудит, 1994.
12. Банковские рейтинги: Практика и проблемы (по итогам опроса социологической службы «Кассандра») // Банковское дело – 1995. – №7.
13. Банковское дело / Под ред. О. И. Лаврушина. – М., Банковский и биржевой научно-консультационный центр, 1992.
14. Банковское дело: Справ. пособие / М. Ю. Бабичев, Ю. А. Бабичева, О.В. Трохова и др.; под ред. Ю. А. Бабичевой. – М.: Экономика, 1994.
15. Банковское дело: Учебник / Под ред. В. И. Колесникова, Л. П. Кроливецкой. – М.: Финансы и статистика, 1995.
16. Батюк Н. Финансовый и банковский кризис: причины и поиски выхода // Банковские услуги, 1998. – №11, №12.
17. Безсмертный С., Рубцов С. Управление диверсифицированным капиталом // Рынок ценных бумаг. 1996. – №3-4.
18. Белых Л. П. Устойчивость коммерческих банков. Как банкам избежать банкротства. – М.: Банки и биржи; ЮНИТИ, 1996.
19. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе. – М.: Дело Ltd., 1994.
20. Богарева Е., Элов А. Моделирование пассивной эволюции в управлении финансами // Банковские технологии, 1997. – №1.
21. Бородин А.В. Математические модели управления кредитным портфелем коммерческого банка. – Йошкар-Ола, 1998.
22. Брейли Р., С. Майерс. Принципы корпоративных финансов / Пер. с англ. – М.: «Олимп-бизнес», 1997.
23. Бубнов И.Л., Востриков П.А. Регулирование деятельности банков (из зарубежного опыта) // Инф. анализ. материалы НИИ ЦБ РФ, 1995. – Вып. 2.

24. Букато В. И., Львов Ю. И. Банки и банковские операции в России / Под ред. М.Х. Лапидуса. – М.: ФиС, 1996.
25. Васильчук Е.В. В России создаются условия для инвестиционного бума // Финансовые известия, 1998. – №3.
26. Виниченко И. Анализ и контроль процентного риска // Банковские технологии, 1998. – №5.
27. Гилл Ф., Мюррей У. Практическая оптимизация / Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
28. Гитман Л. Дж., Джонк М.Д. Основы инвестирования / Пер. с англ. – М.: Дело, 1997.
29. Голуб П. Отечественные банкиры обещают в следующем году долгожданный рост инвестиций // Финансовые известия, 1997. – №77.
30. Горемыкин В.А. Лизинг. – М.: ИНФРА-М, 1997.
31. Григорьев Л., Романовский А., Сапов Г. Имитационное моделирование финансового управления банка // Банковские технологии, 1996. – №8.
32. Грязнова В.Г., Молчанов А.В., Лаврушин О.И. и др. Банковская система России. Настоящая книга банкира. Кредитный процесс ком. банка. – М.: Дека, 1995.
33. Гуриев С.М., Поспелов И.К. Модель деятельности банка при отсутствии инфляции и экономического роста // Экономико-математические методы, 1997. – Т. 33. – Вып.3.
34. Гуров В.В. Интернет для бизнеса. – М.: Электронинформ, 1997.
35. Делягин Н., Фатеев С. Как обеспечить устойчивость банковской системы // Вестник банковского дела, 1998. – №16.
36. Долан Э.Дж., Кэмпбелл К.Д. и др. Деньги, банковское дело и денежно-кредитная политика / Пер. с англ. – Л., 1991.
37. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталева Е.Ю., Барановская Т.П. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. – М.: ФиС, 2001.
38. Евтюшкин А.В. Выбирая автоматизированную банковскую систему. – Банковские системы и оборудование. – М., 1994. – №1.
39. Евтюшкин А.В. Рассуждения о технологической платформе // Банковские технологии, 1998. – №2.
40. Екушов А.И. Модели учета и анализа в коммерческом банке. – М.: Бизнес и компьютер, 1997.
41. Екушов А.И. Моделирование рисков в коммерческом банке // Банковские технологии, 1998. – №6.
42. Еноков И. и др. Деятельность банков можно оценить точнее // Рынок ценных бумаг, 1996. – №8.
43. Ермаков С.А. Работа коммерческих банков по кредитованию заемщиков. – М.: Алес, 1995.
44. Ерофеев А. Динамика и структура иностранных инвестиций в России в 1994 – 96 годах и первом полугодии 1997 года // Инвестиции в России, 1997. – №11, №12.
45. Жагель И. Финансовый кризис никак не повлиял на кредитно-денежную политику Центробанка // Финансовые известия, 1998. – №23.
46. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений // Математика сегодня, 1974.

47. Иванов В.В. Анализ надежности банка. – М., Русская Деловая литература, 1996.
48. Ивлев К., Чеботарев В. Модель в натуральную величину // Банковские технологии, 1997. – №2.
49. Идрисов А.Б., Картышев С.В., Постников А.В. Стратегическое планирование и анализ эффективности инвестиций. – М.: ФИЛИНЪ, 1997.
50. Инструкция ЦБ РФ №1 «О порядке регулирования деятельности банков» от 27.05.99 г. (Новая редакция Инструкции №1 от 01.10.97 «О порядке регулирования деятельности банков»).
51. Кади Дж. Количественные методы в экономике. – М.: Мир, 1977.
52. Киселева И.А. Коммерческие банки: модели и информационные технологии в процедурах принятия решений. – М.: Едиториал УРСС, 2002.
53. Киселева И.А. Модели банковских рисков. – М.: МЭСИ, 2001.
54. Киселева И.А. Оценка рисков в бизнесе // Консультант директора, 2001. – №15(147).
55. Киселева И.А. Проблемы оценки кредитных рисков // Консультант директора. – М., 2001. – №20(152).
56. Колемаев В.А. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1991.
57. Количественные методы финансового анализа / Под ред. С.Дж. Брауна / Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 1996.
58. Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей. – М.: Наука, 1974.
59. Королев Ф.П. Анализ систем оценки эффективности деятельности банков // Бух. учет, 1995 – №4.
60. Кох Т.У. Управление банком. – М.: Финансы и статистика, 1993.
61. Крамер Харальд. Полвека с теорией вероятностей: наброски воспоминаний. – М.: Знание, 1979.
62. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. – М.: МГУ, 1983.
63. Лагоша Б.А. Курс лекций по программе кандидатского минимума по специальности 08.00.13 «Экономико-математические методы»: Пособие для аспирантов и соискателей. – М.: МЭСИ, 1999.
64. Ладенко И.С. Имитационные системы. – Новосибирск, 1981.
65. Ларичев О. И. Объективные модели и субъективные решения. – М.: Наука, 1987.
66. Лекше В. Кредит и банки. / Пер. с нем. – М., Перспектива, 1993.
67. Лимитовский М.А. Основы оценки инвестиционных и финансовых решений. – М.: ТОО «ДеКА», 1997.
68. Лукаевич И.Я. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998.
69. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1986.
70. Макаревич Л. Большинство российских банков обречено на медленное вымирание // Финансовые известия, 1996. – №108.

71. Макаревич Л. Спекулятивный капитал берет на прицел российские стратегические позиции // Финансовые известия, 1998. – №23.
72. Мамонова И.Д. Проблемы адаптирования рейтинговой системы «CAMEL» к российским условиям // Бюллетень финансовой информации. АЦФИ. – М., 1995. – №5.
73. Маркова О. М., Сахарова Л.С., Сидоров В.Н. Коммерческие банки и их операции. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995.
74. Маслаченко Ю.С. Мониторинг финансовой деятельности на основе моделирования его баланса и идентификации традиционных банковских рисков // Банковское дело, 1998. – №2.
75. Мейер Ж.-А. Коэффициент Кука: основные аспекты. // Деньги и кредит. 1993. – №7.
76. Мелкумов Я.С. Экономическая оценка эффективности инвестиций. – М.: ИКЦ «ДИС», 1997.
77. Миркин Я.М. Банковские операции. Часть 3. Инвестиционные операции банков. – М.: ИНФРА-М, 1996.
78. Мой банк / Под общ. ред. С.И. Кумок. – М.: Московское финансовое объединение, 1996.
79. Мотыль Д. Управление доходностью и ликвидностью портфеля активов банка // Рынок ценных бумаг, 1995. – №19.
80. Норткотт Дерил. Принятие инвестиционных решений М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.
81. Общая теория денег и кредита / Под ред. Е.Ф. Жукова. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995.
82. Панова Г.С. Анализ финансового состояния коммерческого банка. – М.: Финансы и статистика, 1996.
83. Пономарев В.А. Анализ балансов капиталистических коммерческих банков. – М.: МФИ, 1982.
84. Проскурин А. Методика расчета рентабельности банка и его доходных операций // Бюллетень финансовой информации, 1998. – №4.
85. Рид Э., Коттер Р. и др. Коммерческие банки / Пер. с англ. – М.: Мир, 1983.
86. Родионов И.И. Интернет. Предприниматель. Маркетинг. – М.: ВИНТИ, 1997.
87. Родионов И.И. Информационное обеспечение инвестиционно-кредитного цикла в банке. – М.: МЦНТИ, 1995.
88. Романов Е. Рейтинг коммерческих банков // Бизнес и банки, 1994. – №29.
89. Роуз П.С. Банковский менеджмент / Пер. с англ. – М.: Дело Лтд, 1995.
90. Саркисянц А., Дубов А. Подходы к оценке банковского портфеля // Банковское дело, 1998. – №6.
91. Синки Дж. Управление финансами в коммерческом банке / Пер. с англ. – М.: Catalaхu, 1994.
92. Сорос Джордж. Алхимия финансов. – М.: ИНФРА-М, 1997.
93. Сорос Джордж. Будущее капиталистической системы зависит от упрочения глобального открытого общества // Финансовые известия, 1998. – №2.

94. Справочник финансиста предприятия. А.А. Володин и др. – М.: ИНФРА-М, 1996.
95. Стоянова Е. Финансовый менеджмент. Российская практика. – М.: Перспектива, 1995.
96. Стребков И.М. Оценка отечественных методик показателей надежности коммерческих банков // Банковские услуги, 1998. – №6.
97. Рудакова О.С. Банковские электронные услуги. – М.: ЮНИТИ, 1997.
98. Толковый словарь рыночной экономики.- М.: Глория,1993.
99. Турбанов А. Проблемы развития банковской системы // Вестник банковского дела, 1998. – №10.
100. Усошкин В.М. Современный коммерческий банк. – М.: Вазар-Ферро, 1994.
101. Уотшем Т.Дж., Паррамоу К. Количественные методы в финансах / Пер. с англ. – М.: ЮНИТИ, 1999.
102. Финансовый менеджмент / Под ред. Г.Б. Поляка. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1997.
103. Фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970.
104. Халкина Е.В. Программные системы для финансового анализа // Банковские технологии, 1996. – №5.
105. Челноков В.А. Букварь кредитования – М.: Антидор, 1996.
106. Черкасов В.Е. Финансовый анализ в коммерческом банке. М., ИНФРА-М, 1995.
107. Чернов М. Управление банком: гарантированный подход // Банковские технологии, 1997. – №4.
108. Чиркова М. Методика анализа ликвидности средств организации // Финансовый бизнес, 1998. – №5.
109. Что стоит за анализом компаний? // Рынок ценных бумаг, 1997. – №8.
110. Шеремет А. Д., Сайфулин Р. С. Методика финансового анализа. – М.: ИНФРА-М, 1995.
111. Ширинская Е. Б. Операции коммерческих банков: российский и зарубежный опыт. – М.: Финансы и статистика, 1995.
112. Alexander C. Financial Risk Management and Analysis. – Wiley, 1996.
113. Bathory A. The analysis of credit. Foundations and development of corporate credit assesment // McGraw-Hill, 1995.
114. Benton W. Forecasting for Management // Prentioe-Hall, 1975.
115. Brigham E.F. Fundamentals of financial Management//The Dryden Press, 1992.
116. Broverman S.A. Mathematics of Investment and Credit. – W.-A.: ACTEX Pub., 1991.
117. Derrick Ware. Basic principles of banking supervision. Handbooks in Central Banking // Bank of England, 1997. – №7.
118. Copeland T.E., Weston J.F. Financial Theory and Corporate Policy // Addison-Wesley, 1992.
119. Core Principles for Effective Banking Supervision. Basle Committee on Banking Supervision. – Basle, 1997, September.
120. Credit-Scoring Systems, Institute of Credit Management, 1990.
121. Dowd K. Competition and finance. – Macmillan press, 1996.

122. Financial optimization. Edited by Stavros A. Zeios. – Cambridge University Press, 1993.
123. Financial Risk Management and Analysis. – Wiley, 1996.
124. Fletcher R. Practical Methods of Optimization. – New York: John Wiley, 1987.
125. Koch T. W. Bank Management. – New York, 1988,
126. Johnson F. P. Commercial Bank Management. – New York, 1985.
127. Markowitz H. Portfolio selection. Efficient Diversification of Investments. – Wiley, 1959.
128. New Advances in Financial Economics. – Pergamon, 1995.
129. Vaughan E.J. Risk management. – N.Y. etc.: Wiley, 1997.
130. Walmsley J. The new financial instruments. – Wiley, 1996.
131. Wilkes F.M. Mathematics for Business Finance and Economics. – Routledge, London, 1994.
132. Gren J. Ocena jakości wyrobów obiektów ze względu na wiele wymagań. – Warszawa, 1970.
133. Gren J. Statystyczne i ich zastosowania. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne. – Warszawa, 1972.
134. Dantzig G.B. A proof of the equivalence of the programming and the game problem. Activity Analysis of Production and Allocation, T.C. Koopmans, Cowles Commission Monograph, №13, New York, Wiley, 1951. – P. 330–335.