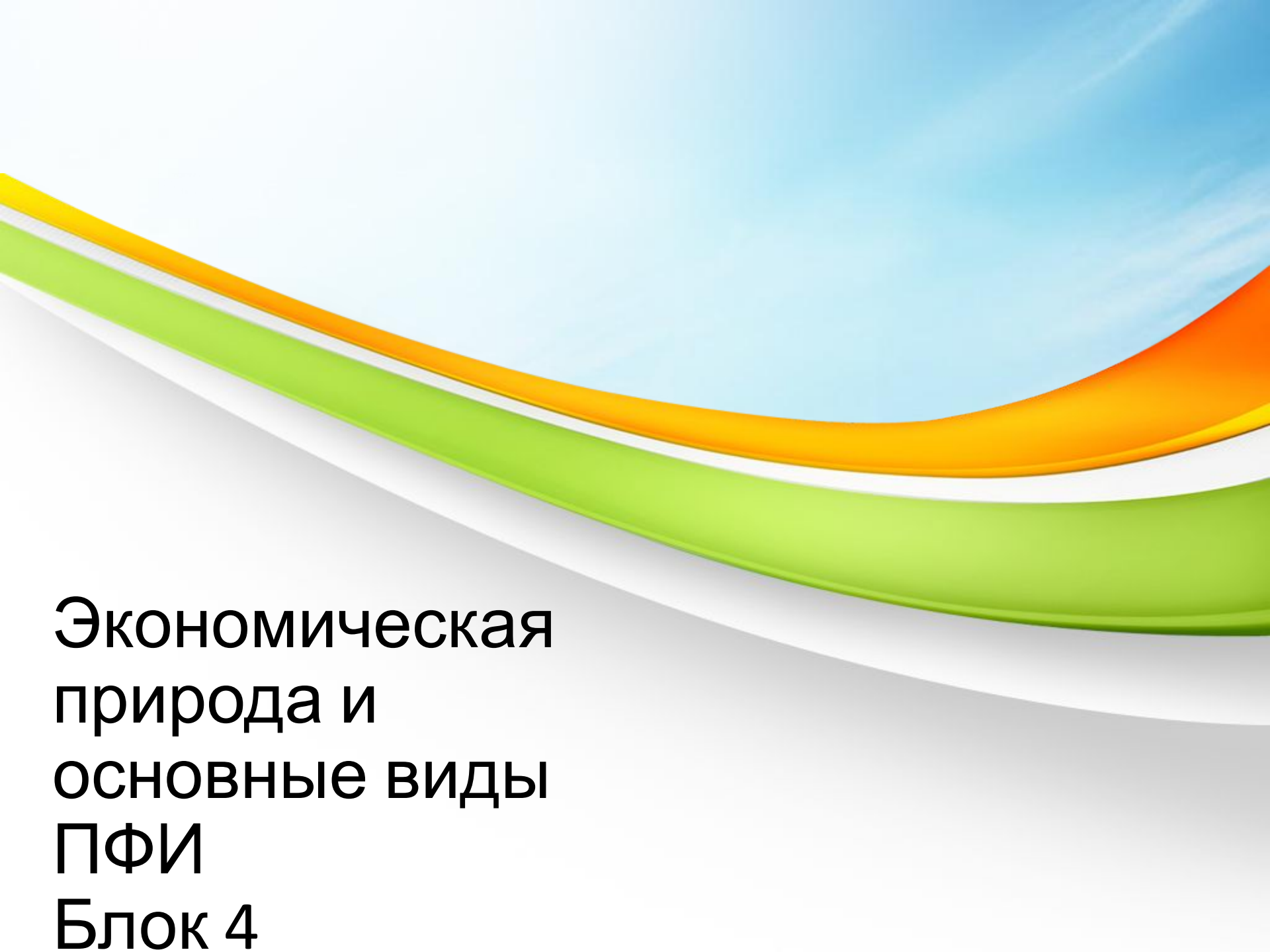


Рынок производных финансовых инструментов в РФ

Татьяна Сафонова

сентябрь, 2016





Экономическая природа и основные виды ПФИ Блок 4

Опционные контракты

Общее описание

Опционный контракт – производный финансовый инструмент, предусматривающий право его покупателя купить или продать определенное количество базового актива по заранее определенной цене в определенную дату в будущем и обязательство его продавца исполнить требования покупателя в случае их предъявления. Покупатель опциона за имеющееся право уплачивает продавцу опционную премию

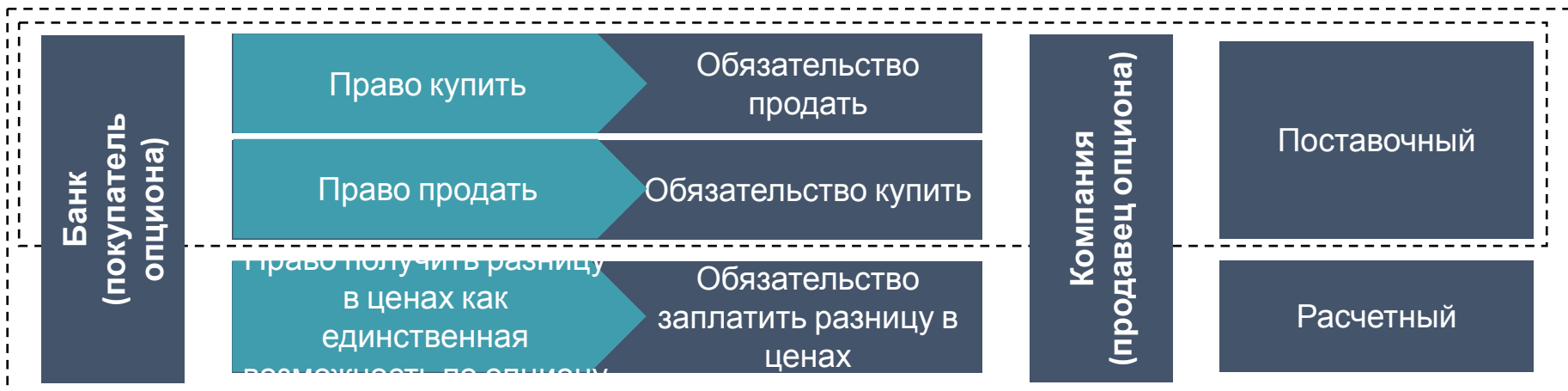
* Опционные контракты бывают как *биржевые*, так и *внебиржевые*

Опционные контракты

Типы опционных контрактов

- **Опцион на покупку (опцион «колл»)** – дает его покупателю право, но не обязанность, купить определенный вид и количество базового актива по соответствующей цене в течение срока действия этого опциона. В свою очередь продавец опциона обязан продать базовый актив, если держатель опциона этого потребует
- **Опцион на продажу (опцион «пут»)** – дает его покупателю право, но не обязанность, продать базовый актив по соответствующей цене в течение срока действия этого опциона. Продавец опциона обязан купить этот базовый актив, если владелец опциона предъявит свои права

	Покупатель опциона	Продавец опциона
Право/обязательство	Имеет право исполнить контракт	Обязан исполнить контракт
Риски	Ограничены размером премии	Неограничены
Прибыль	Неограничена	Ограничена размером премии



Опционные контракты

Правовое понимание. *Указание Банка России от 16.02.2015 N 3565-У*

Опционный договор может предусматривать одну из следующих обязанностей:

- **обязанность** стороны договора **в случае предъявления требования** другой стороной **купить или продать** базовый актив
- **обязанность** стороны договора **в случае предъявления требования** другой стороной **заключить** договор, являющийся ПФИ и составляющий базовый актив

Поставочный
опцион

- **обязанность** стороны договора **в случае предъявления требования** другой стороной периодически и/или единовременно **уплачивать денежные суммы** в зависимости от изменения цен базового актива (в сумме разницы между текущей стоимостью базового актива и страйком по опционам) и/или наступления обстоятельства, являющегося базовым активом

Расчетный
опцион

Опционные контракты

Правовое понимание. Согласно ст. 429.3 ГК РФ

Опционный договор представляется собой сделку купли-продажи имущественного права

- По опционному договору одна сторона на условиях, предусмотренных этим договором, вправе потребовать в установленный договором срок от другой стороны совершения предусмотренных опционным договором действий (в том числе, уплатить денежные средства, передать или принять имущество), и при этом, если управомоченная сторона не заявит требование в указанный срок, опционный договор прекращается
- Опционным договором может быть предусмотрено, что требование по опционному договору считается заявленным при наступлении определенных таким договором обстоятельств
- За право заявить требование по опционному договору сторона уплачивает предусмотренную таким договором денежную сумму (опционную премию) за исключением случаев, если опционным договором, в том числе заключенным между коммерческими организациями, предусмотрена его безвозмездность либо если заключение такого договора обусловлено иным обязательством или иным охраняемым законом интересом, которые вытекают из отношений сторон

Непонятно, какое определение использовать

Безвозмездность имеет негативные последствия в налоговом законодательстве (необходимость оценить и признать доходом)



Опционные контракты

Классификация по срокам исполнения

Ванильные опционные контракты (plain vanilla options)

- *европейский*: может быть исполнен только в день завершения опциона (дату экспирации, expiration date)

Экзотические опционные контракты (exotic options)

- *американский*: может быть исполнен в любой день до дня завершения или в этот же день
- *window*: может быть исполнен только в течение заранее определенного периода времени до истечения опциона. На протяжении данного периода времени («окна») опцион становится американским
- *бермудский*: держатель такого опциона имеет право исполнить его в определенные, заранее оговоренные даты



В зависимости от срока исполнения опциона требования/обязательства в налоговом и бухгалтерском учете отражаются по разному (в разные даты)

Опционные контракты

Сравнительная характеристика внебиржевого опционного и форвардного контрактов

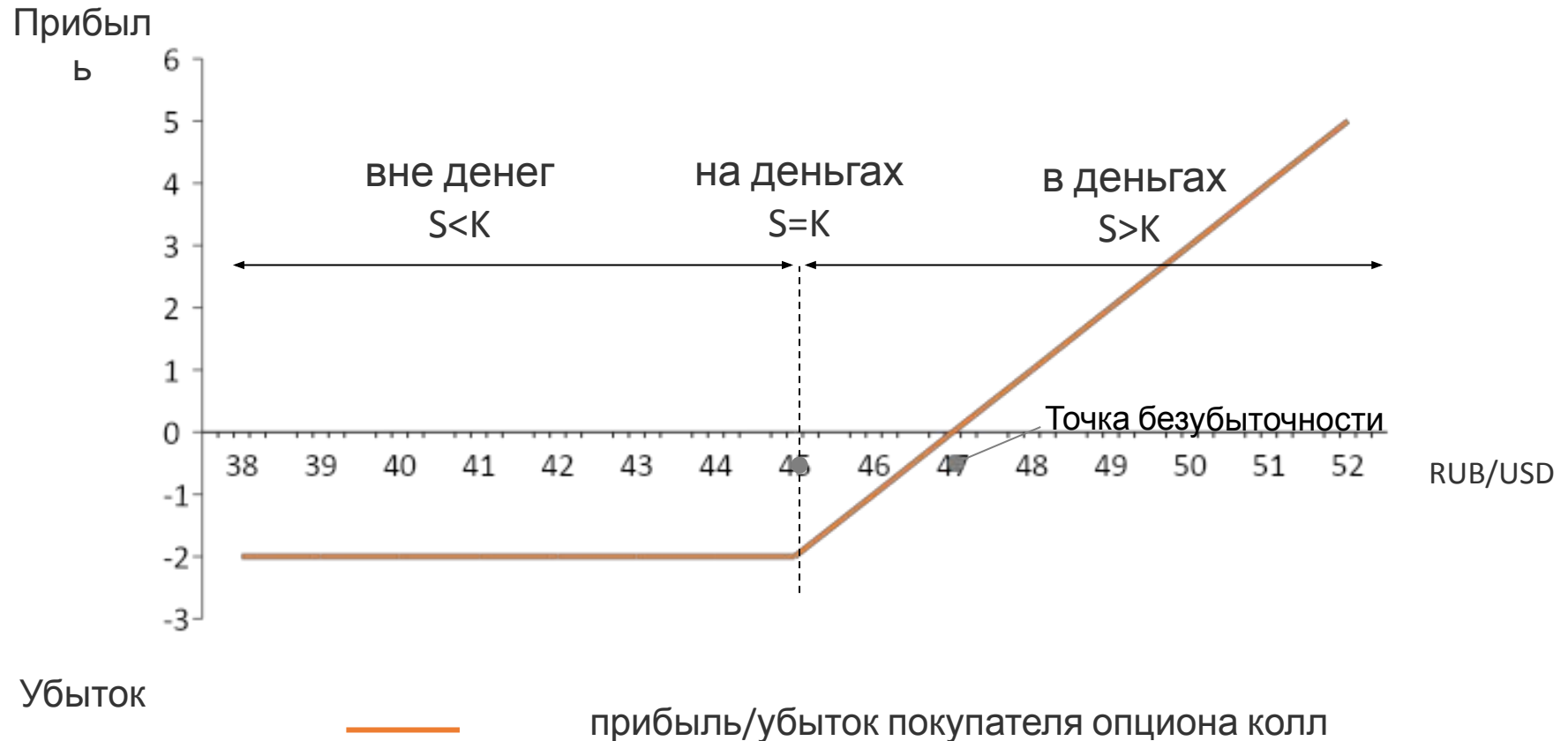
Характеристика	Форвардный контракт	Опцион на покупку (колл)
Потенциальная прибыль покупателя	Не ограничена	Не ограничена
Потенциальный убыток покупателя	Ограничен величиной убытка при цене актива, равной 0 (т.е. ограничена величиной страйка)	Ограничен премией
Потенциальная прибыль продавца	Ограничена величиной прибыли при цене актива, равной 0 (т.е. ограничена величиной страйка)	Ограничена премией
Потенциальный убыток продавца	Не ограничен	Не ограничен
Движение денежных средств	Расчеты в дату исполнения сделки	Уплата премии при заключении сделки, окончательный расчет в дату исполнения сделки (в случае предъявления

Опционные контракты

Доходность по купленному опциону колл

Условие

Компания приобрела опцион на покупку 1 доллара США по курсу 45 рублей за доллар (K , страйк). Опционная премия составила 2 рубля

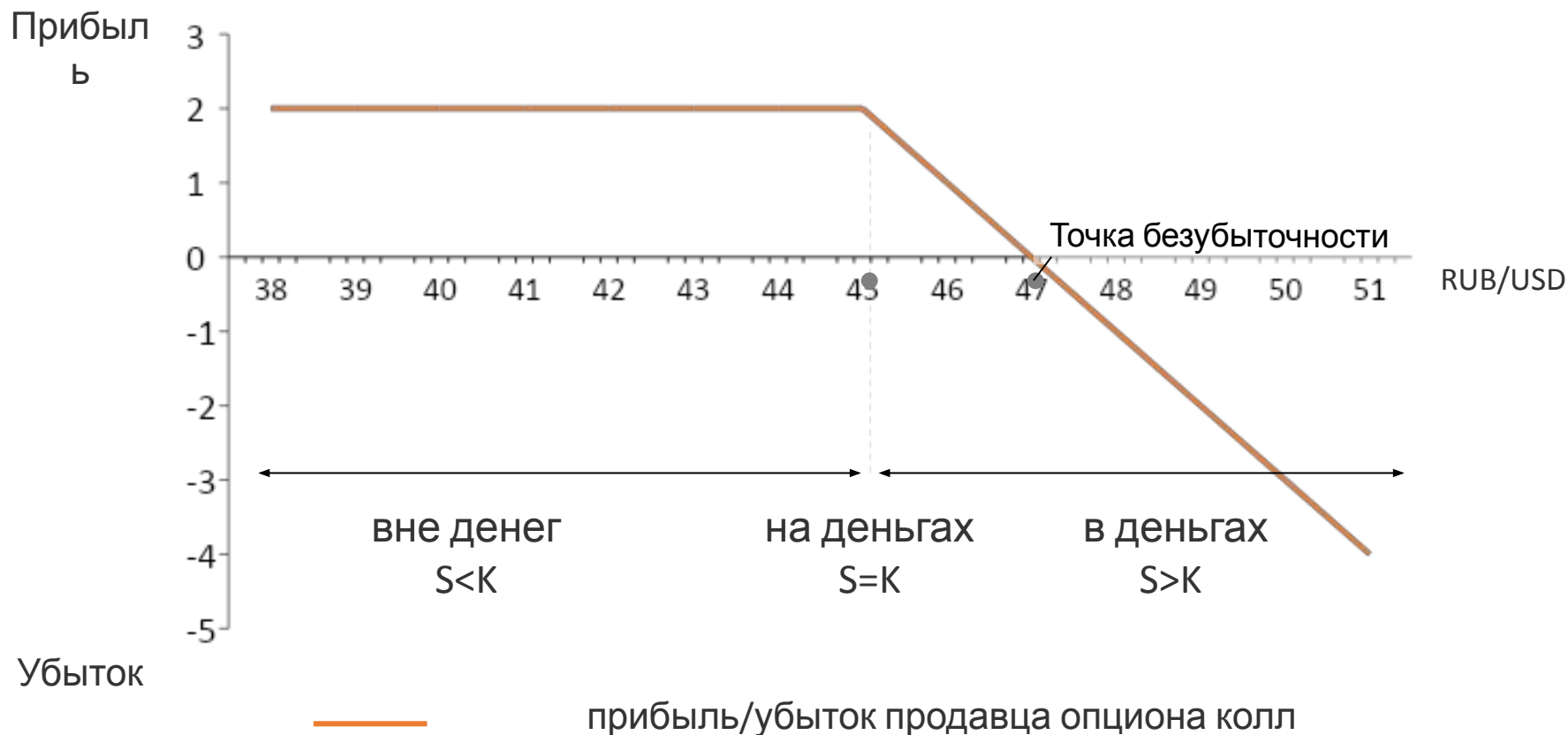


Опционные контракты

Доходность по проданному опциону колл

Условие

Компания продала опцион на покупку 1 доллара США по курсу 45 рублей за доллар (K , страйк). Опционная премия составила 2 рубля

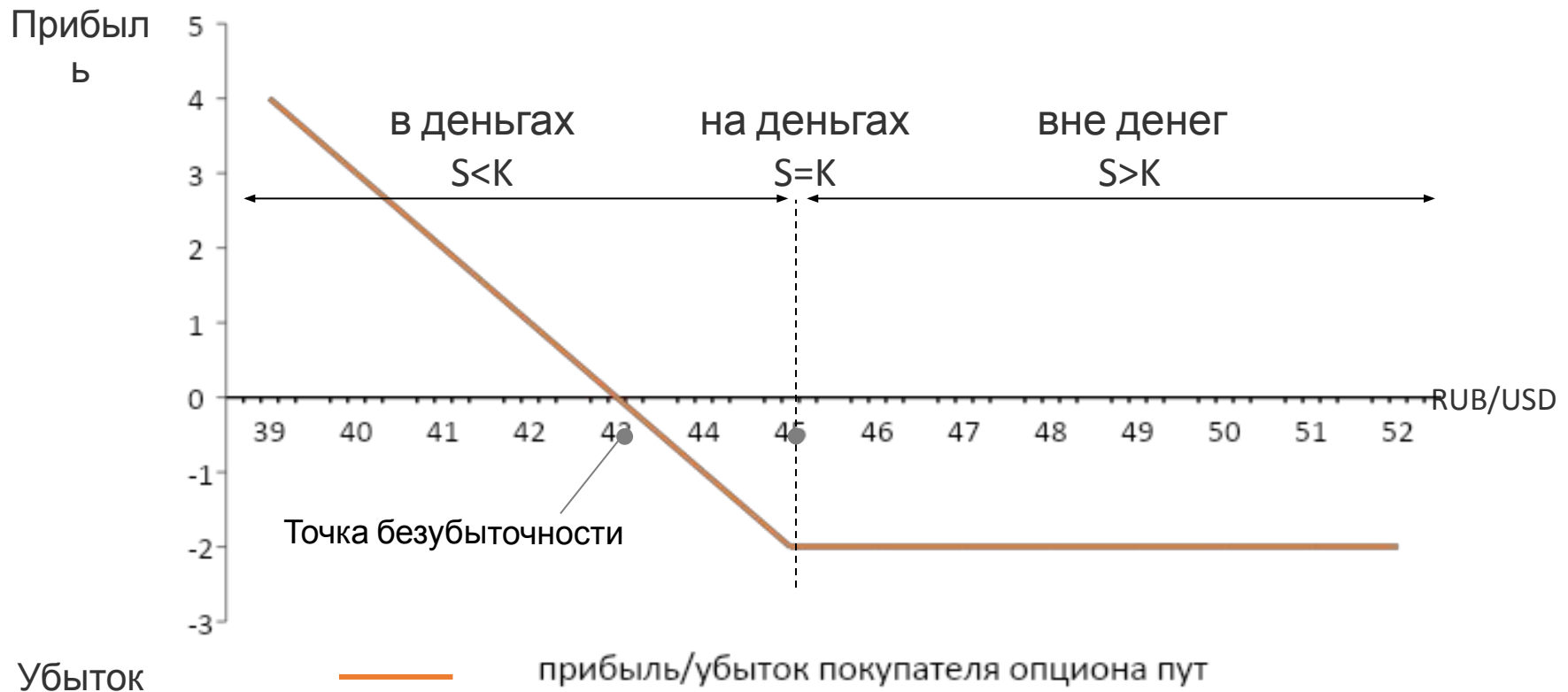


Опционные контракты

Доходность по купленному опциону пут

Условие

Компания приобрела опцион на продажу 1 доллара США по курсу 45 рублей за доллар (K , страйк). Опционная премия составила 2 рубля

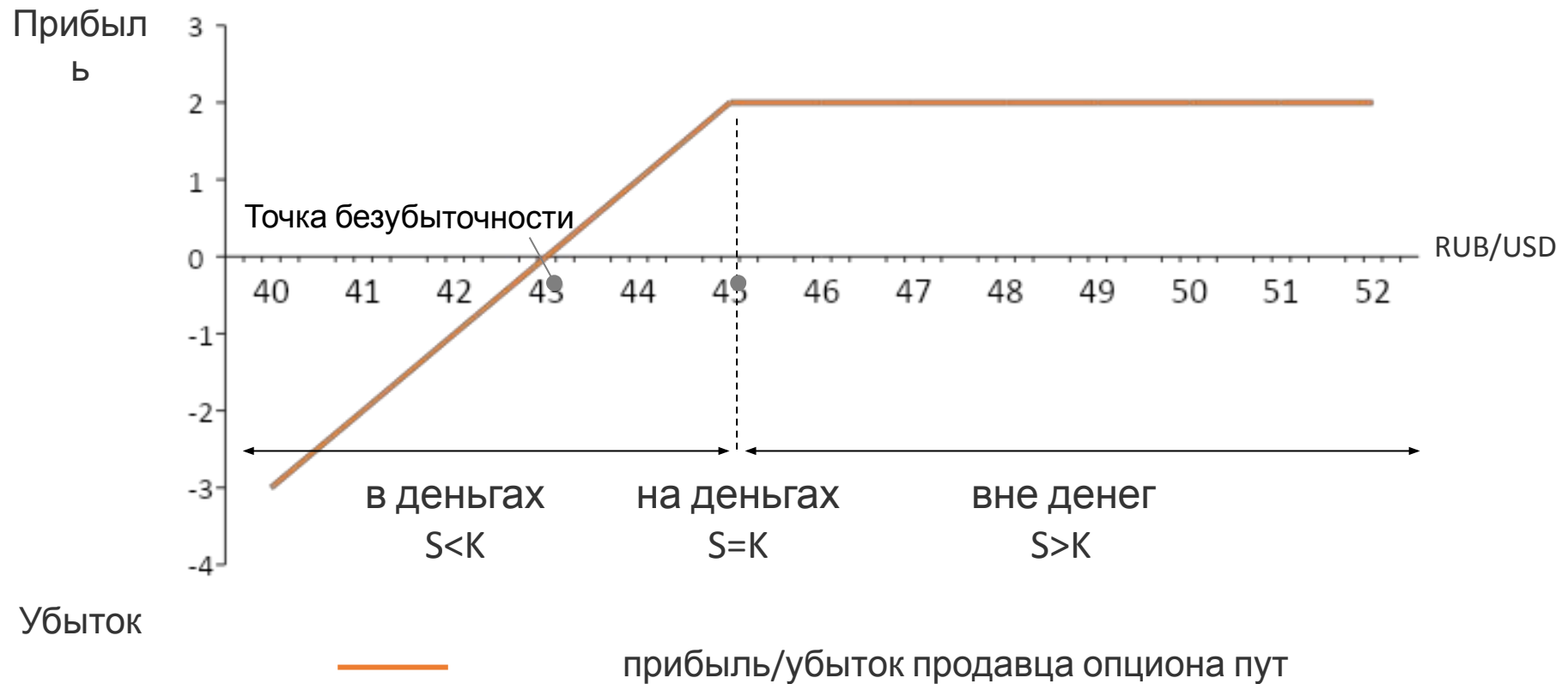


Опционные контракты

Доходность по проданному опциону пут

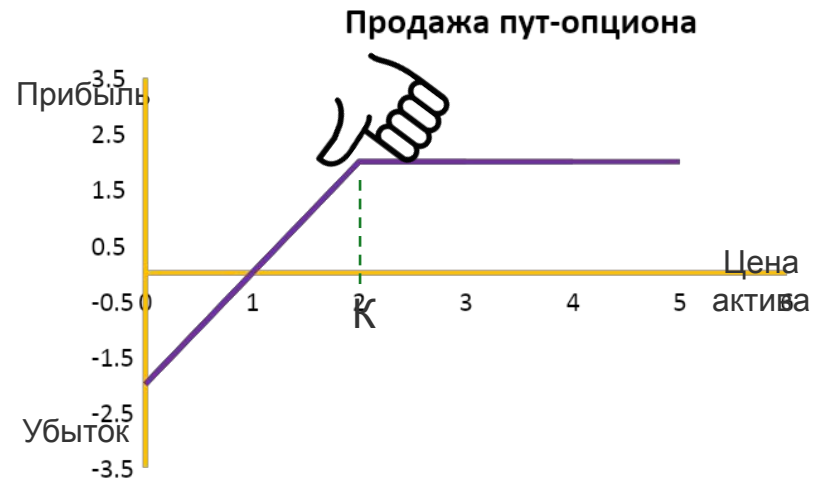
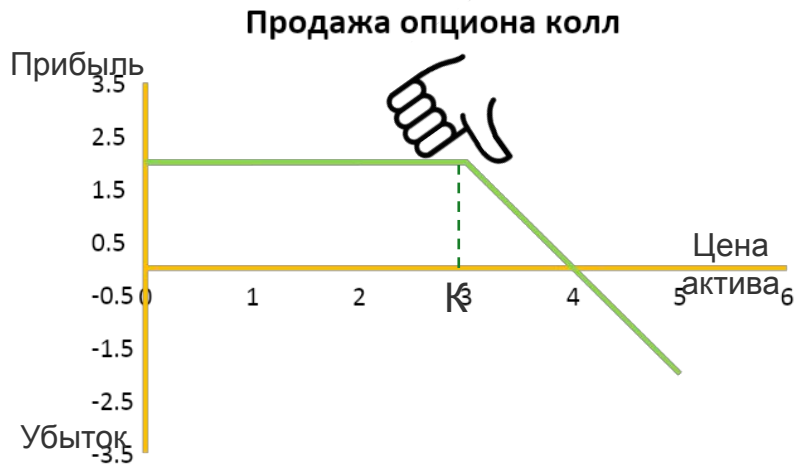
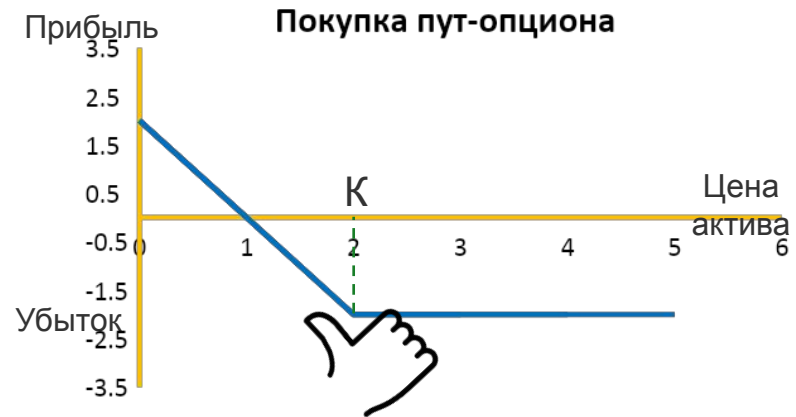
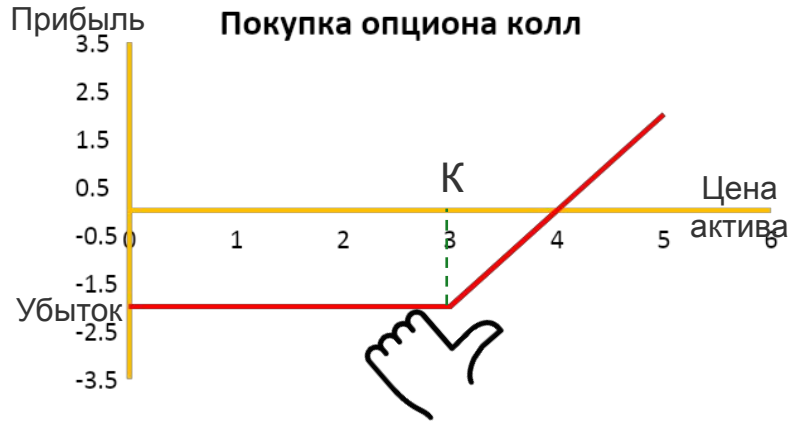
Условие:

Компания продала опцион на продажу 1 доллара США по курсу 45 рублей за доллар (K , страйк). Опционная премия составила 2 рубля



Опционные контракты

Доходность по опционам



Опционные контракты

Доходность по опционам

Показатель	Покупка колл-опциона	Продажа колл-опциона	Покупка пут-опциона	Продажа пут-опциона
Потенциальная прибыль	Не ограничена	Ограничена премией	Ограничена величиной прибыли при цене актива, равной 0 (т.е. ограничена величиной страйка)	Ограничена премией
Потенциальный убыток	Ограничен премией	Не ограничен	Ограничен премией	Ограничен величиной убытка при цене актива, равной 0 (т.е. ограничен величиной страйка)

Опционные контракты

Цена опциона

Премия (цена опциона) - это сумма, которую компания готова заплатить за приобретаемое право купить или продать базовый актив по определенной цене

Цена опциона зависит от следующих факторов:

- Цены исполнения опциона (страйка): чем выше/ниже цена продажи/покупки базового актива по сравнению с его ценой на реальном рынке на момент заключения опциона, тем выше опционная премия
- Волатильности (изменчивости) рынка: чем выше волатильность рынка, тем выше риск продавца опциона и, следовательно, выше его вознаграждение
- Времени, оставшегося до экспирации: чем позже дата исполнения опциона, тем выше его цена
- Текущей безрисковой процентной ставки: чем выше текущая процентная ставка, тем больше премия по опциону колл и меньше премия по опциону пут
- Соотношения спроса и предложения по опциону

Опционные контракты

Цена опциона. Внутренняя стоимость

Цена опциона складывается из двух составляющих: *внутренней (действительной) стоимости* и *внешней (временной) стоимости*

Внутренняя стоимость опциона — это сумма, которая была бы получена за опцион, если бы он исполнился сегодня

Внутренняя стоимость опциона колл = текущая цена актива – страйковая цена

* *Внутренняя стоимость опциона колл* — это величина, на которую цена базового актива превышает страйк

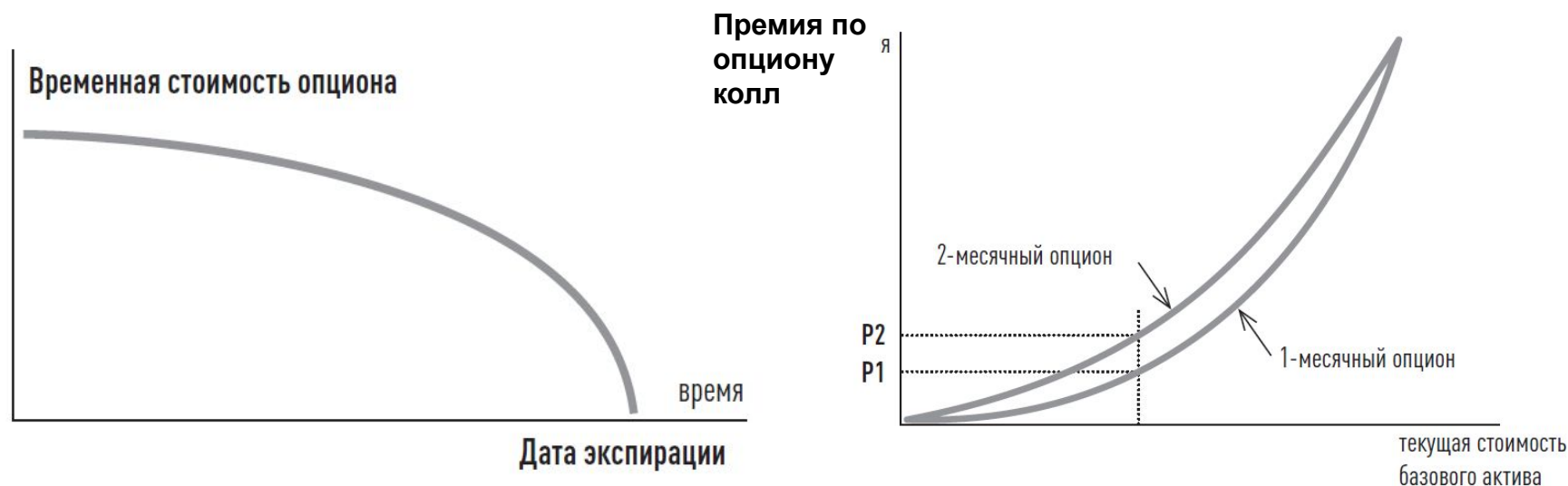
* *Внутренняя стоимость опциона пут* — это величина, на которую страйк превышает цену базового актива

Текущий курс, руб./\$	Внутренняя стоимость (руб.) опциона колл со страйком 51,3 руб./ \$	Внутренняя стоимость (руб.) опциона пут со страйком 51,3 руб./ \$
51,2	0	0,1
51,3	0	0
51,4	0,1	0

Опционные контракты

Цена опциона. Временная стоимость

Временная стоимость – часть опционной премии, которая зависит от волатильности на рынке и времени, оставшегося до даты экспирации опциона



Опционные контракты

Цена опциона колл. Упражнение

Условие

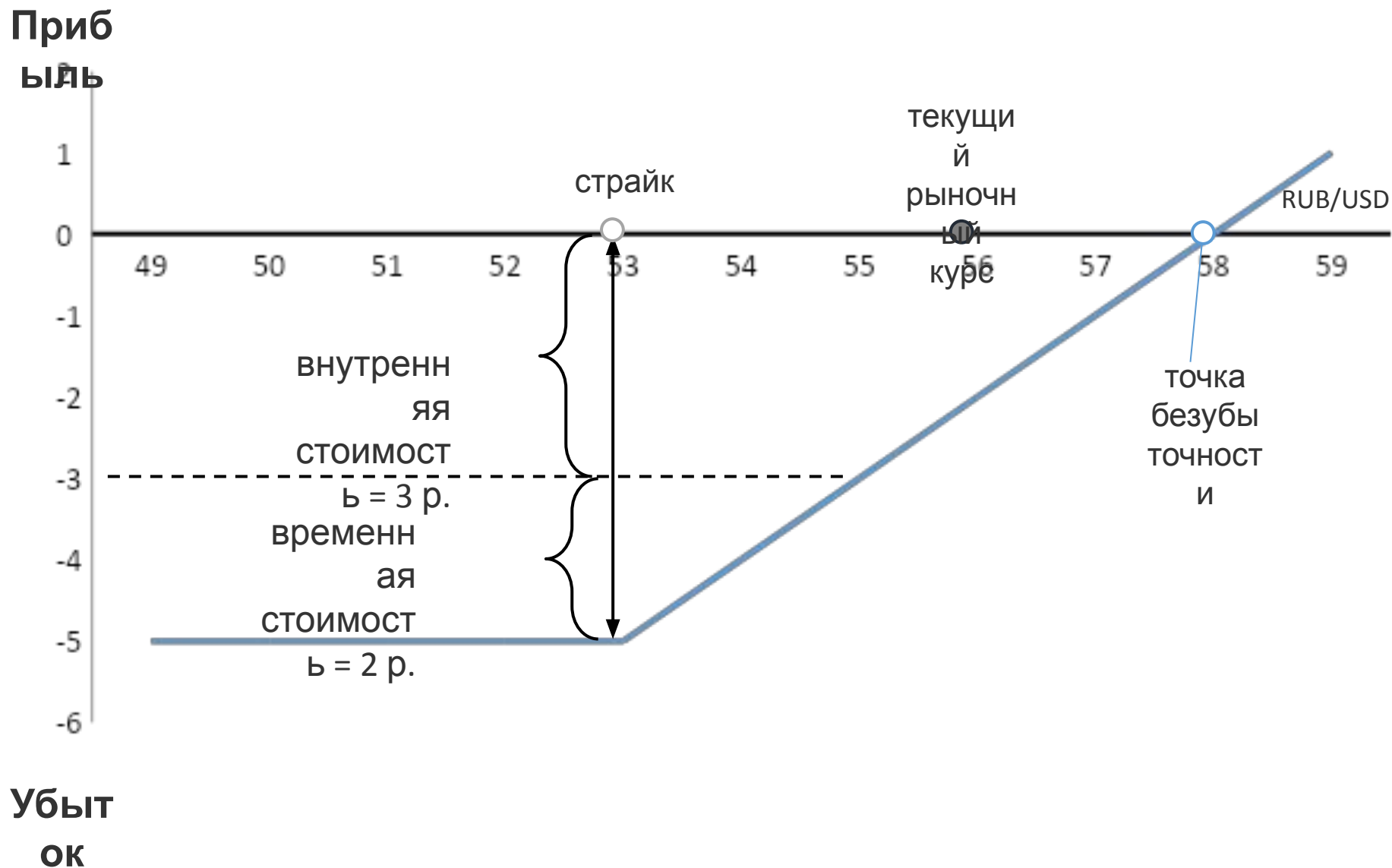
Премия по валютному опциону колл со страйком 53 рубля за доллар США составила 5 рублей. Текущий курс доллара США составляет 56 рублей

Задание

Определить внутреннюю и временную стоимость опциона

Опционные контракты

Цена опциона колл. Упражнение



Опционные контракты

Цена пут опциона. Упражнение

Условие

Премия по опциону пут со страйком 53 рубля за доллар США составила 5 рублей. Текущий курс доллара США составляет 50 рублей

Задание

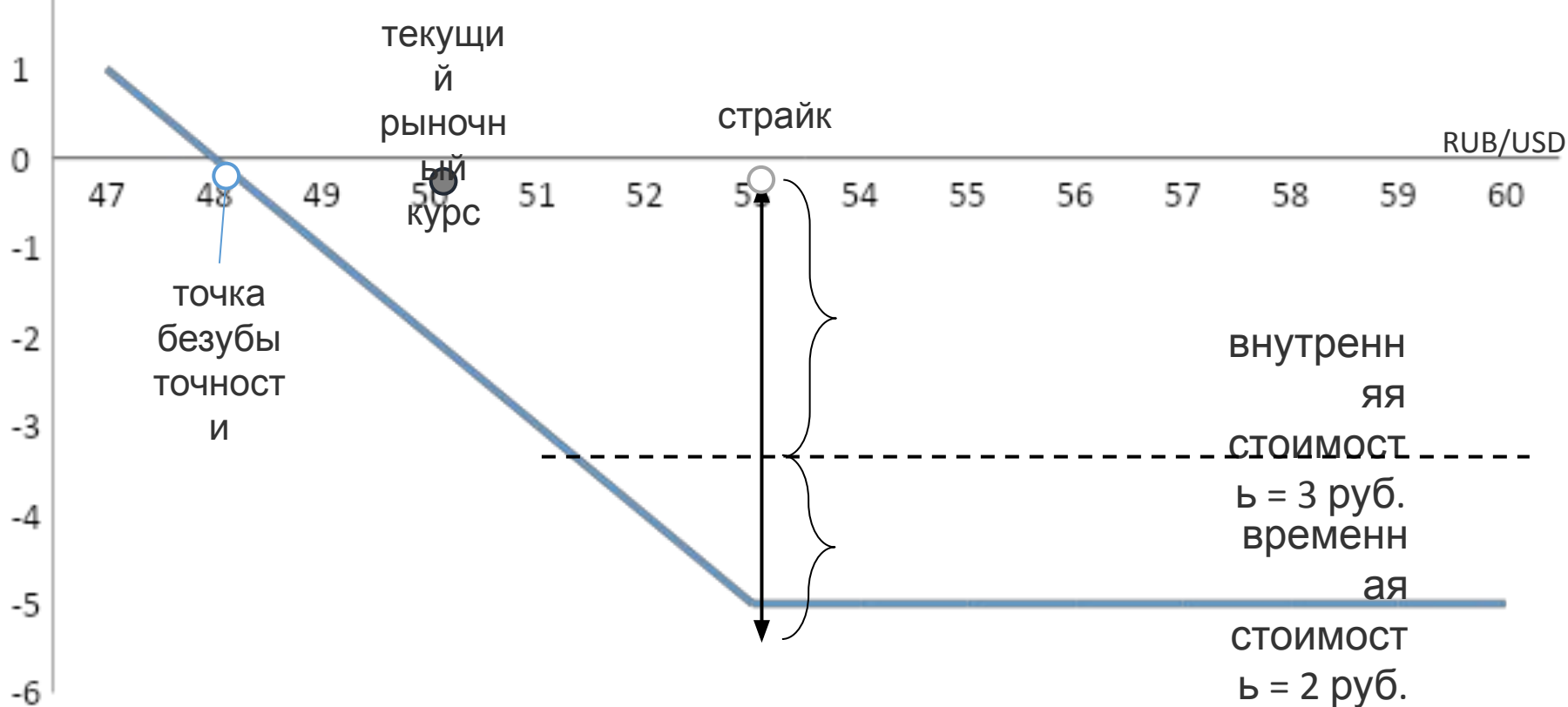
Определить внутреннюю и временную стоимость опциона

Опционные контракты

Цена опциона пут. Упражнение

Приб

ыль



Убыт
ок

Опционные контракты

Структура опционной премии. Упражнение

Условие

- Инвестор приобретает на бирже опцион-колл по цене 20 рублей (опционная премия) со страйком 80 рублей. Текущая цена на рынке базового актива составляет 85 рублей
- Через 3 дня цена на рынке базового актива выросла на 2 рубля
- Временная составляющая опционной премии осталась неизменной

Задание

Определить цену контракта через 3 дня

Опционные контракты

Структура опционной премии. Упражнение

Решение

Первоначальная внутренняя стоимость опциона составляла: $85 - 80 = 5$ рублей

Временная стоимость опциона составляет: $20 - 5 = 15$ рублей

Внутренняя стоимость через 3 дня составила $87 - 80 = 7$ рублей

Цена опциона увеличилась на 2 рубля за счет изменения внутренней стоимости опциона и составила $15 + 7 = 22$ рубля



Опционные контракты

Модель Блэка-Шоулза

- **Модель ценообразования опционов Блэка-Шоулза** (Black–Scholes Option Pricing Model, OPM) — это модель расчета цены европейских опционов
- Согласно данной модели, одним из ключевых элементов определения стоимости опциона является ожидаемая волатильность базового актива
- **Цену опциона** также определяют следующие *параметры*:
 - Время, оставшееся до исполнения опциона
 - Цена базового актива на реальном рынке в момент заключения контракта
 - Цена исполнения опциона (страйк)
 - Безрисковая процентная ставка

Опционные контракты

Модель Блэка-Шоулза. Допущения и предположения

- Оцениваемые опционы являются европейскими
- Выплат по базовому активу во время существования опциона не осуществляются
- Финансовые рынки являются полностью эффективными, то есть участники рынка не могут предугадать рыночные колебания и арбитражные возможности на рынке отсутствуют
- Не существует комиссий и других транзакционных издержек
- Безрисковая процентная ставка и волатильность соответствующего базового актива известны и постоянны (являются константами)
- Цена базового актива подчиняется логнормальному распределению

Опционные контракты

Модель Блэка-Шоулза. Формальное выражение

•

$$c = S \times N(d_1) - N(d_2) \times K \times DF$$

$$p = K \times DF \times N(-d_2) - S \times N(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2) \times t}{\sigma \times \sqrt{t}} \quad d_2 = d_1 - \sigma \times \sqrt{t},$$

где:

c премия по колл-опциону

p премия по пут-опциону

S текущая рыночная цена базового актива (спот цена)

K страйк опциона

t время, оставшееся до экспирации опциона, в годовом выражении

r безрисковая процентная ставка

N(·) функция стандартного нормального распределения

ln натуральный логарифм

DF дисконтный фактор на весь срок действия опциона

σ стандартное отклонение (волатильность) цены базового актива

ОПЦИОННЫЕ КОНТРАКТЫ

Модель Блэка-Шоулза. Упражнение

Условие

1 июля 2014 года Компания приобрела у Банка опцион колл со страйком 110 рублей за единицу базового актива

Текущая цена на рынке базового актива составляет 100 рублей

Дата исполнения опциона - 1 октября 2014 года (через 92 дня)

Безрисковая процентная ставка на рынке - 7,57%, дисконтный фактор на 92 дня – 0,9811, а волатильность цены базового актива – 53% (0,53)

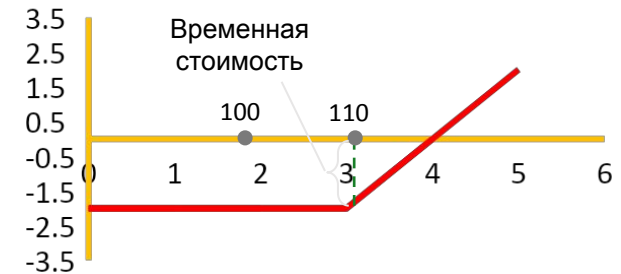
Задача

Рассчитать премию опциона по модели Блэка-Шоулза

Опционные контракты

Модель Блэка-Шоулза. Упражнение

Условия сделки				
K	S	t	r	
110	100		7,57%	0,53
Расчетные данные				



0,439 0,3374

$N(d_2)$ - вероятность того, что опцион будет исполнен

0,3374

$K \times DF \times N(d_2)$ - дисконтированные средние ожидаемые затраты по исполнению опциона

$$110 \times 0,9811 \times 0,3374 = 36,41$$

$S \times N(d_1)$ - дисконтированное среднее ожидаемое значение цены базового актива в момент исполнения опциона

$$100 \times 0,439 = 43,9$$

Таким образом, премия по опциону колл равна $43,9 - 36,41 = 7,49$ руб.

Опционные контракты

Коэффициент дельта

Для анализа портфеля опционов и выбора правильной стратегии хеджирования часто используют **предельные коэффициенты цены опциона (греки)**

Дельта — коэффициент, отражающий изменение цены опциона при изменении стоимости базового актива, т.е. дельта является показателем эластичности цены опциона к цене базового актива (первая производная цены опциона по цене базового актива):

$$\delta = \frac{\text{изменение цены опциона}}{\text{изменение цены базового актива}}$$

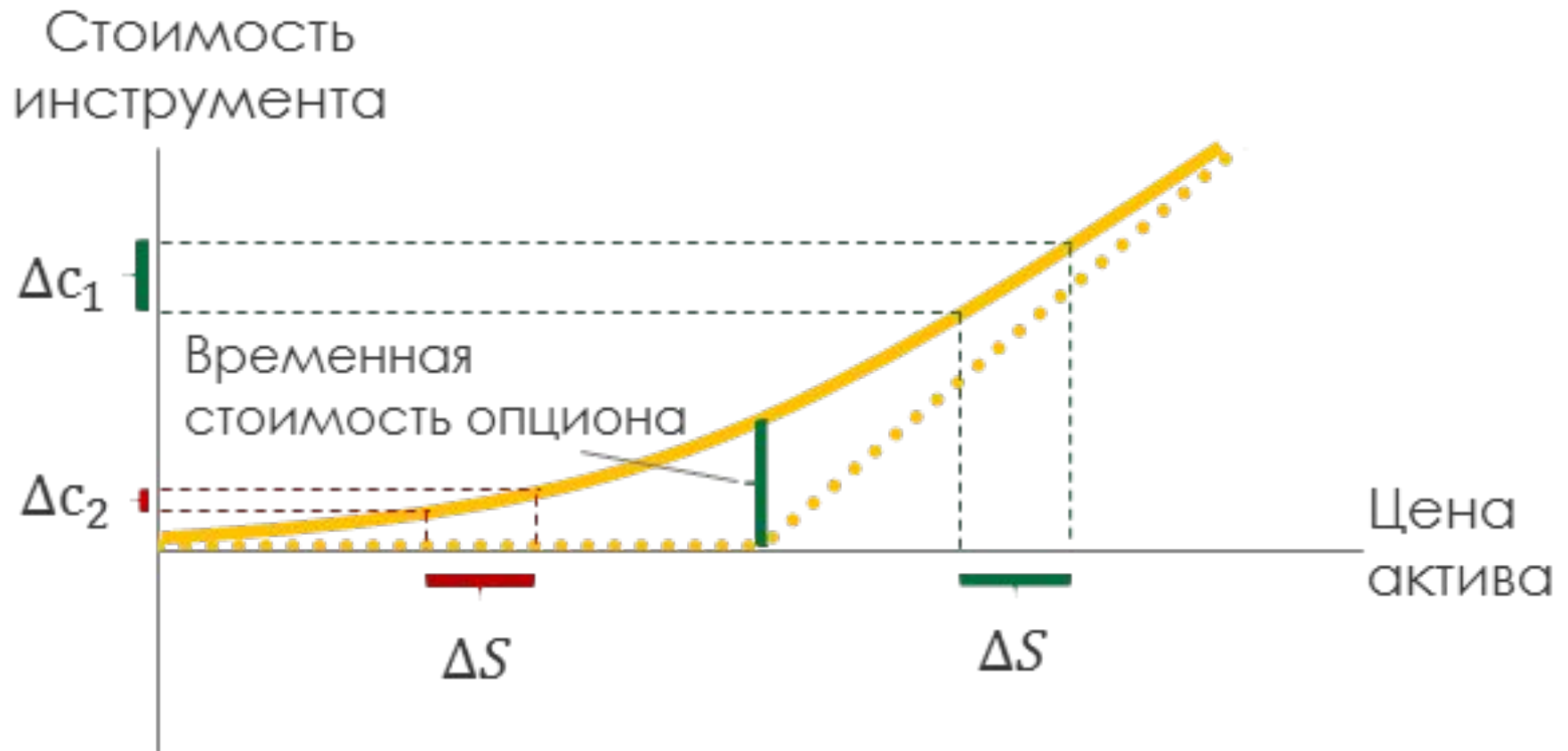
Пример

	Момент времени 1	Момент времени 2	Изменение
Курс доллара	50,2	50,3	0,1
Цена опциона	0,67	0,72	0,05

$$\delta = \frac{0,05}{0,1} = 0,5$$

Опционные контракты

Коэффициент дельта. Стоимость опциона колл



Опционные контракты

Коэффициент дельта. Значения

Значения дельты для различных опционов:

1 — глубоко в деньгах

- 0,5–1 — в деньгах

0–0,5 — вне денег

0 — глубоко вне денег

Значение дельты при различных позициях:

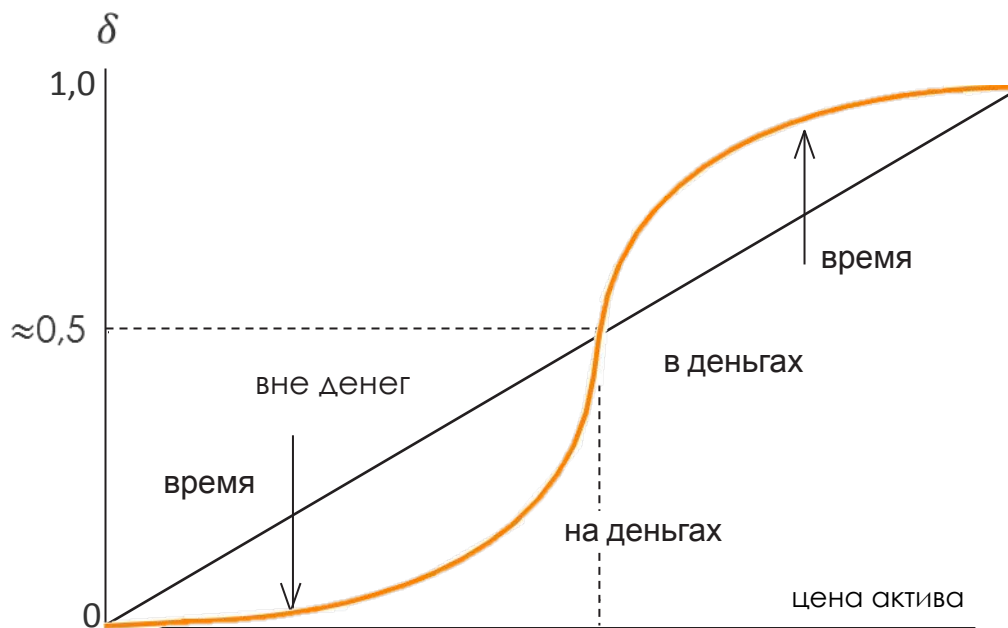
- покупка валюты $\cong 1$, продажа валюты $\cong -1$
- покупка опциона колл — $[0; 1]$, покупка опциона пут — $[-1; 0]$
- продажа опциона пут — $[0; 1]$, продажа опциона колл — $[-1; 0]$

Опционные контракты

Коэффициент дельта

Знание коэффициента дельта позволяет:

- установить, насколько должна уменьшиться или увеличиться премия по опциону при определенном мгновенном изменении цены актива
- выбрать правильный коэффициент хеджирования, необходимый для получения неподверженной риску позиции
- сравнить риск по различным опционам, что дает возможность правильного управления рисками
- определить вероятность того, что опцион закончится «в деньгах»

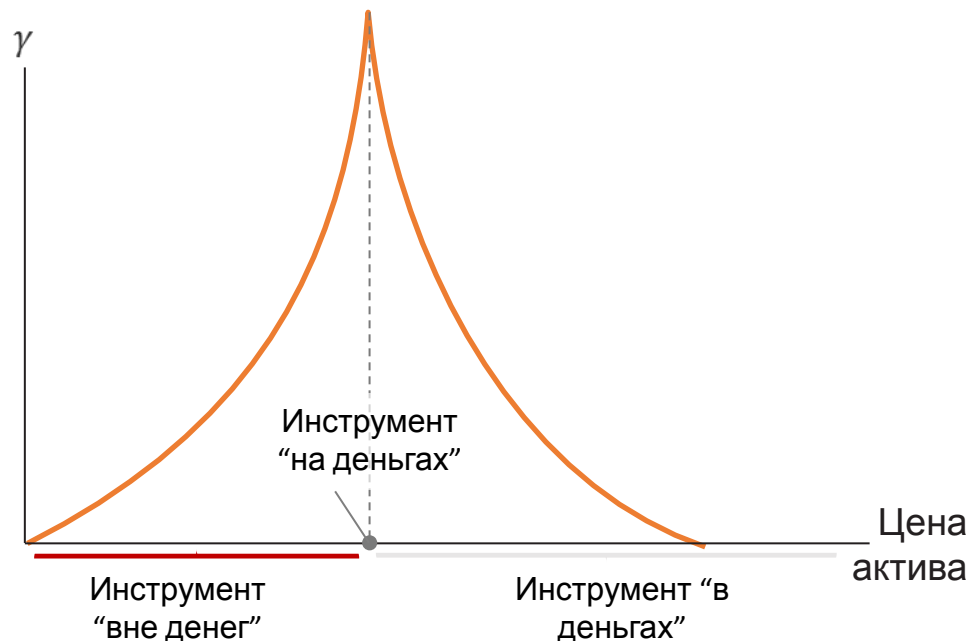


Опционные контракты

Коэффициент гамма

Гамма — это коэффициент, который характеризует отношение изменения дельты по отношению к изменению стоимости реального товара (вторая производная по цене базового актива):

$$\gamma = \frac{\text{изменение дельты}}{\text{изменение цены базового актива}}$$

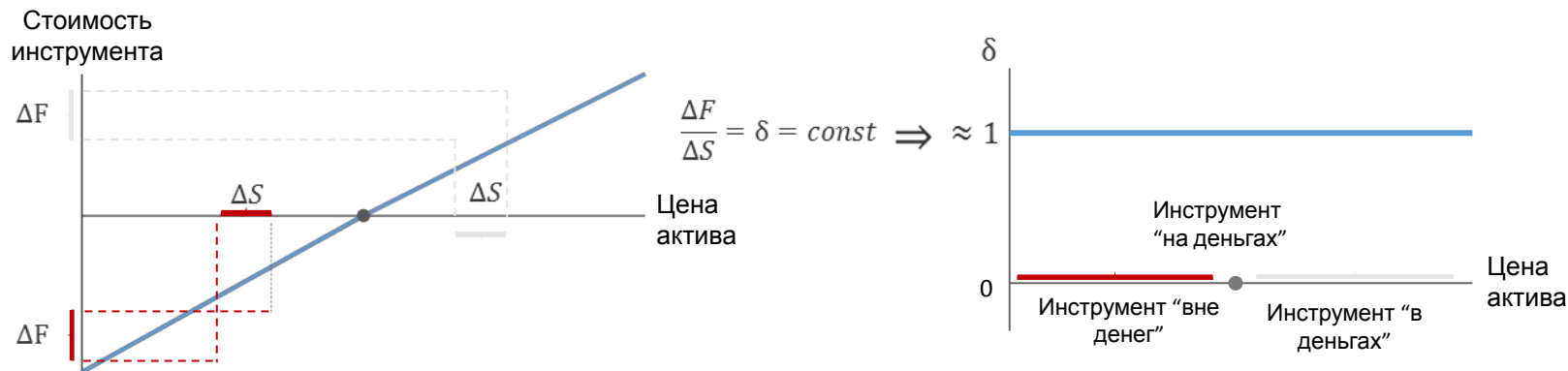


- * Гамма изменяется под влиянием волатильности. Так, в периоды с высокой волатильностью, при прочих равных условиях, дельта изменяется меньше при движении цены основного инструмента на 1 пункт, что ведет к уменьшению гаммы

Опционные контракты

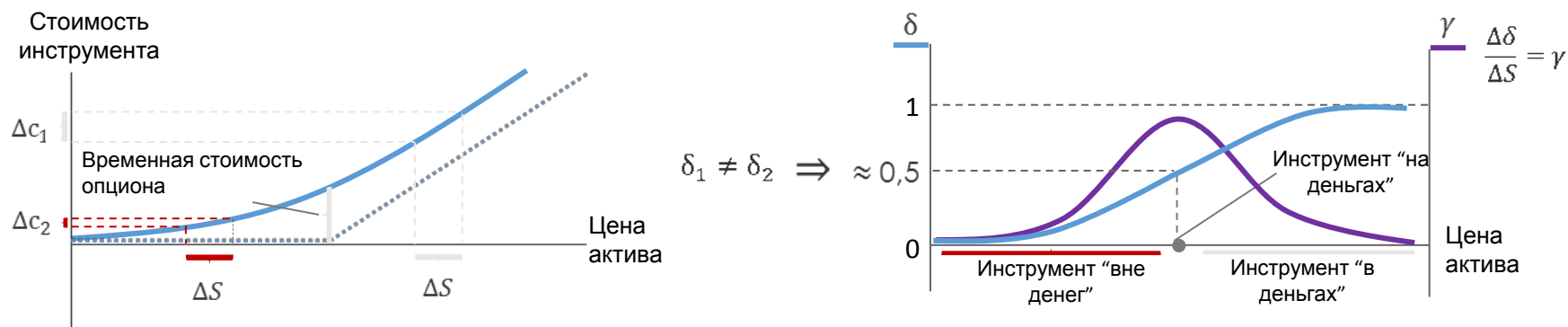
Коэффициенты дельта и гамма. Линейные и нелинейные инструменты

Линейные инструменты (например, форвард)



Стоимость линейного инструмента меняется пропорционально стоимости базового актива, с постоянной скоростью изменения δ

Нелинейные инструменты (например, опцион «колл»)

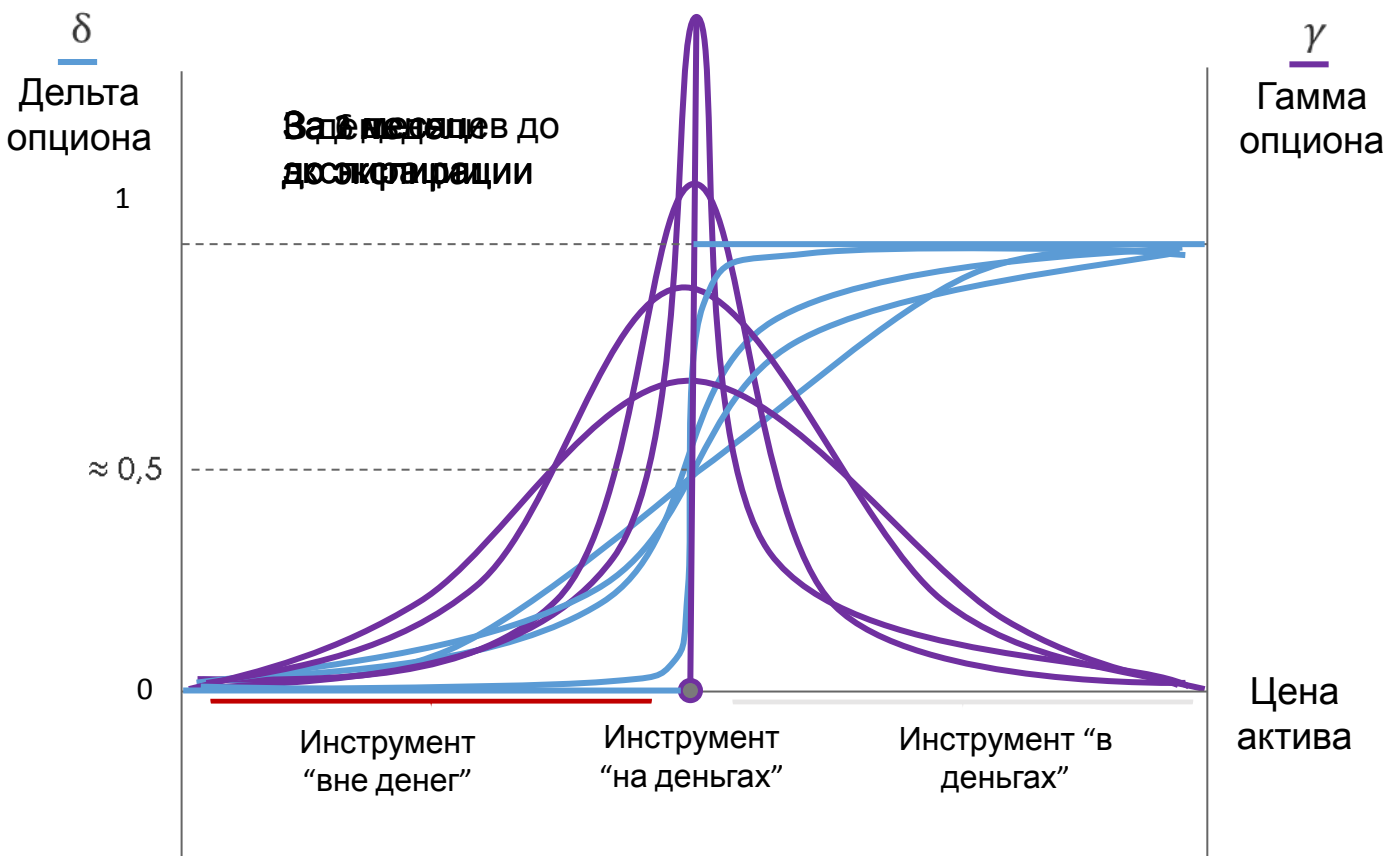


Стоимость нелинейного инструмента меняется со скоростью δ , которая зависит от текущей стоимости базового актива

Опционные контракты

Коэффициенты дельта и гамма. Изменение с течением времени

При прочих равных условия, кривизна δ и γ увеличивается для инструментов с более близкой датой экспирации



Метод Монте-Карло

Общее описание

Метод Монте-Карло – числовой метод, основанный на получении большого числа реализаций стохастического процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи

Пошаговый порядок применения метода выглядит следующим образом:

1. Генерируем случайную траекторию стоимости базового актива ПФИ (S)
2. Вычисляем размер выплат по ПФИ
3. Повторяем шаги 1 и 2 многократно и получаем большое количество размеров выплат по ПФИ. Вычисляем среднее значение всех выборочных размеров выплат и оцениваем математическое ожидание размера выплат
4. Применяем к вычисленной оценке математического ожидания выплат ставку дисконта и получаем оценку стоимости ПФИ
5. Вычисляем стандартную ошибку оценки полученного показателя и выстраиваем доверительный интервал

Метод Монте-Карло

Практические аспекты применения метода

Пример

Компания планирует купить у Банка барьерный европейский опцион «колл» на курс USD/RUB на следующих условиях:

Условие	Значение
Дата заключения опциона	3 августа 2015 г.
Дата исполнения опциона	10 августа 2015 г.
Курс исполнения	55 руб./долл. США
Тип барьерного условия	Американский; Up&In
Барьерный курс	56 руб./долл. США

На дату заключения опциона имеются следующие рыночные данные:

Показатели на дату заключения опциона	Значение
Волатильность курса USD/RUB	25%
Спот-курс USD/RUB	55 руб./долл. США
Ожидаемая доходность	13%

Метод Монте-Карло

Практические аспекты применения метода

Решение

Шаг №1. Генерация случайных траекторий (сценариев) движения курса USD/RUB в риск-нейтральных

Данная величина является неизменной для каждой сценария (симуляции)

Дата	Сценарий
3 августа 2015 г.	55 руб./ долл. США
4 августа 2015 г.	55,1 руб. /долл. США
5 августа 2015 г.	55,95 руб./ долл. США
6 августа 2015 г.	55,4 руб./ долл. США
7 августа 2015 г.	56,5 руб./ долл. США
10 августа 2015 г.	55,45 руб./ долл. США

Текущее значение курса USD/RUB на дату заключения опциона

Один из возможных сценариев случайного движения курса USD/RUB в течение жизни опциона

Каждое отдельное значение рассчитано следующим

образом:

$$S(t_i) = S(t_{i-1}) \cdot (1 + \hat{\mu} \cdot \Delta t + \sigma \cdot \varepsilon \cdot \Delta t)$$

Примеры расчетов:

Временной интервал:
1 торговый день (1/252 года)

Случайное число, имеющее стандартизированное нормальное распределение

Волатильность курса – 25%

Ожидаемая доходность – 13%

Метод Монте-Карло

Практические аспекты применения метода

Шаг №2. Вычисление размера выплат по опциону исходя из сгенерированных в рамках Шага №1 сценариев движения курса USD/RUB

Дата	Сценарий #1	Сценарий #2	Сценарий #3	...
3 августа 2015 г.	55 руб. / долл. США	55 руб. / долл. США	55 руб. / долл. США	...
4 августа 2015 г.	55,1 руб. / долл. США	54,85 руб. / долл. США	55,65 руб. / долл. США	...
5 августа 2015 г.	55,95 руб. / долл. США	54,15 руб. / долл. США	55,5 руб. / долл. США	...
6 августа 2015 г.	55,4 руб. / долл. США	55,05 руб. / долл. США	56,1 руб. / долл. США	...
7 августа 2015 г.	56,5 руб. / долл. США	55,15 руб. / долл. США	56,5 руб. / долл. США	...
10 августа 2015 г.	55,45 руб. / долл. США	55,65 руб. / долл. США	56,25 руб. / долл. США	...
Выплата по опциону в рамках сценария		<u>0 руб.</u>		...

Соответственно, выплат по опциону в рамках данного сценария не предусматривается

Отсутствие факта пробития барьера up&in.

Пробитие барьера up&in (56 руб. / долл. США)

Выплаты по опциону в рамках данных сценариев составят 0,45 и 1,25 руб. на долл. США, соответственно (см. расчеты в таблице)

Шаг №3. Вычисление среднего значения выплат по всем сценариям:

Расчеты были произведены с применением инструментария MS Excel, на основе результатов 1 тыс. сценариев

0,8096 руб.
на долл. США

Метод Монте-Карло

Практические аспекты применения метода

Шаг №4. Приведение среднего значения выплат по сценариям к дате заключения опциона (дисконтирование)

Расчетная опционная премия (P) = Среднее значение выплат (см. Шаг №3) × Дисконтный фактор (DF)

$$P = 0,8096 \times 0,9975 \cong \mathbf{0,8075} \text{ руб. на долл. США}$$

Дисконтный фактор (DF) определен исходя из срока действия опциона (1 неделя) и действующей на дату заключения опциона ставки по рублям (13,25%)

Рассчитывается как $\sigma/\sqrt{n}$, где
 σ – стандартное отклонение оценки (1,2516 руб.)
 n – количество наблюдений/сценариев (в рамках настоящего примера – 1 тыс.)

Шаг №5. Построение доверительного интервала

Доверительный интервал = Опционная премия (см. Шаг №4) $\pm$ стандартная ошибка оценки (S_e) × критический параметр (z_{crit})

$$95\% \text{ доверительный интервал} = \left[0,8075 - \frac{1,2516}{\sqrt{1000}} \times 1,96; 0,8075 + \frac{1,2516}{\sqrt{1000}} \times 1,96 \right] =$$

$$= \mathbf{[0,7299; 0,8851]} \text{ руб. на долл. США}$$

Определяется исходя из значений отдельных распределений с заданным уровнем точности оценки (ошибки).
Наиболее используемое значение параметра – 1,96 (для построения 95% доверительного интервала)

В целях уменьшения величины доверительного интервала (т.е. для увеличения точности расчетов) надлежит использовать большее количество наблюдений (сценариев)



Татьяна Сафонова

Email: 6226001@mail.ru

The information contained herein is of a general nature and is not intended to address the circumstances of any particular individual or entity. Although we endeavor to provide accurate and timely information, there can be no guarantee that such information is accurate as of the date it is received or that it will continue to be accurate in the future. No one should act on such information without appropriate professional advice after a thorough examination of the particular situation.