

## БРИЛЛИАНТ ДЛЯ САРЫ

Грег Миллс сделал предложение Саре Стаггерс летом 2006 года. Вот краткая история их отношений, помолвки и поиска идеального бриллианта для обручального кольца.

### Предыстория

Окончив университет в юго-восточных штатах и получив диплом инженера, Грег поступил на должность инженера-проектировщика в компании на востоке Вирджинии, выполняющей заказы оборонного ведомства. Именно там он познакомился с симпатичной коллегой по имени Сара Стаггерс. Несмотря на серьезное профессиональное соперничество и вызванную этим изначальную напряженность, Грег и Сара со временем подружились. Вскоре они оба поняли, что их дружба перерастает в нечто большее и, будучи двумя близкими по духу перспективными специалистами, они прекрасно дополняют друг друга. Их роман начался летом 2003 года.

Проработав несколько лет в условиях внутрикорпоративной и федеральной бюрократии, они оба решили, что не созданы для работы в рамках правительственных оборонных контрактов, и уволились, чтобы пройти программу MBA в известной бизнес-школе на юго-востоке США. После первого года обучения, который для обоих прошел успешно, Грег, почувствовавший интерес к девелопменту недвижимости, отправился на летнюю стажировку в крупной строительной компании федерального масштаба в Нейплсе (Флорида). Сара же выбрала местом стажировки консалтинговую компанию в Кливленде (Огайо), и пара впервые почти за три года разъехалась. Расставание далось им обоим с трудом, и в мае 2006 года Грег принял решение просить у Сары руки и сердца.

Когда в середине июля у Сары закончилась стажировка, она прилетела в Нейплс, чтобы провести неделю, попивая коктейли и валяясь на пляже, пока ее возлюбленный трудится на работе. Грег решил, что этот приезд идеально подходит для того, чтобы сделать предложение.

---

Данный кейс подготовлен Грегом Миллсом (Greg Mills, MBA 07) под руководством Филиппа Пфайфера (Phillip E. Pfeifer), профессора делового администрирования. Кейс разработан для использования в качестве материала для обсуждения на аудиторных занятиях, © а не для иллюстрирования эффективного или неэффективного урегулирования романтической ситуации. Copyright 2007 Университет Вирджинии, Фонд Школы Дарден, Шарлотсвилл (Вирджиния). Все права сохранены. Чтобы заказать копии, отправьте электронное сообщение по адресу [sales@ardenbusinesspublishing.com](mailto:sales@ardenbusinesspublishing.com). Запрещается полное или частичное воспроизведение, хранение в поисковых системах, использование в электронных таблицах или передача данного материала в какой бы то ни было форме и на любых носителях — электронных, механических, фотокопировальных, записывающих или иных — без разрешения Фонда Школы Дарден. Ред. 12/2009.

## Предложение руки и сердца глазами Сары

По прошествии трех лет, одного месяца и 16 дней Грег решил, что я должна стать его избранницей. В то воскресенье 16 июля 2006 года Грег находился в Нейплсе, Флорида, где у него была летняя работа в девелоперской компании. Грег жил в потрясающем кондоминиуме на берегу океана, принадлежащем финансовому директору юго-восточного отделения этой компании. С самого начала лета я планировала приехать к нему на неделю, когда кончится моя летняя стажировка в консалтинговой компании в Кливленде.

В то чудесное воскресное утро Грег встретил меня в аэропорту, и мы прекрасно провели день на пляже в Нейплсе. Вечером Грег предложил поужинать пораньше в японском стейк-хаусе, чтобы отправиться на пляж полюбоваться закатом над заливом. Во время моих предыдущих приездов в Нейплс мы нередко ходили на пляж смотреть закат, и поэтому в тот раз я не подозревала ничего необычного. В этот вечер небо было удивительно чистым — за день не выпало ни капли дождя.

Когда мы вышли на пляж, мы решили пройтись и понаблюдать за тем, как солнце садится в океан. В тот вечер людей было на удивление мало. Когда до полного захода солнца оставалось считанные минуты, Грег предложил присесть на песок. Мы болтали, сидя бок о бок, когда Грег спросил, не продолжить ли нам прежний разговор о наших отношениях. Я повернулась, чтобы посмотреть на него, и увидела, что он с трудом подбирает слова. Через несколько секунд, которые тянулись, как минуты, он сказал, что у него нет никаких сомнений в том, что я — девушка его мечты. Он повернулся так, чтобы мы смотрели друг другу в лицо, и начал вытаскивать из кармана своих шорт коробочку.



Грег посмотрел на меня и сказал, что хотел бы всю жизнь встречать со мной закаты. Затем он спросил: «Выйдешь за меня замуж?»

Когда он произнес эти заветные слова, способные изменить жизнь, они прозвучали, как гром среди ясного неба. Я даже невольно прикрыла руками раскрывшийся от удивления рот! Моя первая реакция состояла в том, что я спросила, не шутит ли он, — ведь это был тот самый Грег, который никогда не произносил слово «обязательства». Я повторяла «О, господи!», не веря тому, что услышала, и он тихо сказал: «Ты мне еще не ответила».

## **Идеальное кольцо для помолвки**

Ответит ли Сара «Да»? Должна ли Сара ответить «Да»? Откроет ли Сара коробку перед тем, как ответить? Поразит ли ее кольцо, которое она увидит в коробке? А если нет, сделает ли она вид, что кольцо ее поразило?

Если бы мы разрабатывали кейс по организационному поведению, мы могли бы поднять эти важные вопросы. Однако это кейс по анализу данных. Настоящий кейс должен перенести вас в более ранний период, когда Грег решал вопрос об идеальном кольце для помолвки. Оставаясь инженером во всем, Грег был абсолютно убежден, что его профессиональные знания и новообретенная деловая хватка помогут оптимизировать решение по покупке.

### **Оправа**

С того самого момента, как он решил сделать предложение, Грег стремился найти идеальное кольцо. Вспомнив то, что Сара говорила в прошлом о кольцах подруг, он понял, что она предпочла бы оригинальную платиновую оправу, предпочтительно в античном духе, с круглым бриллиантом классической огранки. Грег посоветовался со множеством ювелиров, просмотрел сотни образцов дизайна и даже сам сделал наброски. Время истекало, но подходящих вариантов почти не было, и тогда один из друзей предложил оптимальное решение. Вот что рассказывает Грег:

У меня не очень получалось подобрать кольцо и оправу, которые казались бы мне идеальными для Сары. Я знал, что ей хочется чего-нибудь оригинального, лучше в античном стиле, но мне было сложно найти нужный вариант. Ни один дизайн не подходил: они были либо слишком вычурными, либо слишком традиционными, либо что-нибудь еще. Я не знал точно, чего я ищу, но был уверен, что я сразу пойму, когда увижу то, что нужно. Я уже начинал раздражаться. Такую покупку совершают один раз в жизни, и я хотел, чтобы она была идеальной без каких-либо оговорок.

У меня оставалось около месяца до дня, когда я хотел сделать предложение, и тогда один мой близкий друг предложил прекрасную альтернативу. Он сказал: «Почему бы не купить бриллиант, а затем сделать оправу вместе с Сарой так, как она захочет?» Блестящая идея. Сара получит кольцо, о котором она всегда мечтала, я же при этом обеспечу покупку бриллианта.

Итак, решение было найдено. Я должен был купить бриллиант и заготовку оправы, сделать предложение, а затем вместе с Сарой и моим ювелиром поработать над созданием именно такого кольца, которое она бы хотела. Это было идеальное решение, требовавшее именно столько времени, сколько у меня было.

### **Классификация бриллиантов**

Когда вопрос с дизайном оправы для кольца был снят, Грег сосредоточился на выборе бриллианта. Всего несколько запросов в Интернете дали массу информации об отборе, классификации и ценах бриллиантов.

Оценка бриллиантов зависит от четырех основных критериев, известных как «четыре С»: cut (огранка), color (цвет), clarity (чистота) и carat weight (вес в каратах). Помимо этих факторов на стоимость камня могут также влиять другие, менее известные, показатели (например, флуоресценция, полировка, симметрия).

**Огранка:** В 1919 году Марсель Толковский, молодой математик из бельгийской семьи огранщиков бриллиантов, указал несколько вариантов пропорций бриллианта, позволяющих математически максимизировать светопреломление в камнях круглой огранки. Под названием «огранка Толковского» эта форма стала эталоном идеальной огранки круглых бриллиантов в США. Геометрические пропорции и размеры решающим образом влияют на способность камня отражать и преломлять свет. По этой причине огранка бриллианта обычно считается важнейшим качественным фактором при определении стоимости камня. Для качества огранки бриллиантов предусмотрены следующие категории, в порядке возрастания: poor (плохое), fair (посредственное), good (хорошее), very good (очень хорошее), ideal (идеальное) и signature ideal (безупречно идеальное). В **Приложении 1** приведено приблизительное распределение бриллиантов по этим категориям.

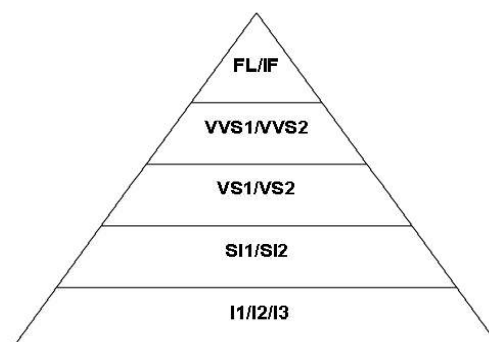
**Цвет:** Цвет в бриллиантах действует как фильтр, задерживающий преломленные цветовые составляющие поступающего света, что приводит к уменьшению сверкания. Бриллианты классифицируют по шкале, отдельные градации которой обозначаются буквами (см. **Табл. 1**) от Z (заметный цвет) до D (абсолютно бесцветный). Камни, относящиеся к классам от J и выше, считаются ювелирными, и большинство авторитетных дилеров стараются не продавать бриллианты с цветом ниже этого уровня.

Табл. 1. Шкала цвета бриллиантов.

Класс		Описание
D	Совершенно бесцветные	Чрезвычайно редкие, цвет абсолютно не обнаруживается
E	Бесцветные	Мельчайшие следы цвета, обнаруживаемые только специалистами-геммологами
F		Незначительные следы цвета, обнаруживаемые только специалистами-геммологами
G–H	Почти бесцветные	Цвет обнаруживается при сравнении с бриллиантами высшего качества
I–J		Незначительно выраженный цвет, обнаруживаемый глазом неспециалиста
K–Z	Заметный цвет	Легко обнаруживается глазом неспециалиста

**Чистота:** Минеральные отложения и различные неоднородности снижают качество и ухудшают преломление света в бриллиантах, что ведет к снижению стоимости. Камни, абсолютно свободные от таких дефектов, относятся к категории FL (flawless — без дефектов), за которой следуют IF (internally flawless — без внутренних дефектов), VVS1 и VVS2 (very, very slight inclusions — крайне незначительные включения), VS1 и VS2 (very slight inclusions — очень незначительные включения), SI1 и SI2 (slight inclusions — незначительные включения) и, наконец, I1, I2, и I3 (см. Рис. 1).

Рис. 1. Пирамида качества чистоты.



*Вес в каратах:* Наконец, размер является последним первичным фактором стоимости при оценке бриллиантов. Редкость и, как следствие, цена камня растут экспоненциально вместе с размером. Так, бриллиант в два карата стоит более чем в два раза дороже, чем два однокаратных камня аналогичной огранки, чистоты и цвета.

*Прочие факторы:* Большинство бриллиантов ювелирного качества имеют классификационный сертификат, выданный одной из признанных геммологических лабораторий. В Северной Америке лидерами в отрасли являются Лаборатория Американского геммологического общества (American Gemological Society Laboratory, AGSL) и Геммологический институт Америки (Gemological Institute of America, GIA). Сертификат одной из этих двух лабораторий, прилагаемый к бриллианту, гарантирует его качество и потенциально увеличивает его стоимость.

Симметрия огранки и полировка поверхностей влияют на картину отражения/преломления света и оказывают некоторое воздействие на качество и цену бриллианта, поскольку обе эти характеристики косвенно учитываются при оценке огранки и чистоты. Качество симметрии и полировки оценивается по шкалам, включающим категории G (good - хорошее), VG (very good - очень хорошее) и EX (excellent - прекрасное). В сертификатах AGSL используется также оценка ID (ideal - идеальное).

### **Стандарты оценки бриллиантов**

Ежемесячное издание Rapaport Diamond Report (RDR) представляет собой обзор оптовых цен на бриллианты, составленный на основе покупок и наличия бриллиантов на текущем рынке. Этот авторитетный справочник по оптовым ценам, к которому обращаются покупатели и продавцы бриллиантов во всем мире, превратился в своего рода отраслевой стандарт. RDR содержит обобщенные цены для камней, приводимые с шагом, в общем случае, в одну четверть карата и определяемые на основе данных о деятельности на рынке. К сожалению, из-за использования обширного материала — десятков тысяч отдельных бриллиантов, представленных на продажу, — практически невозможно предсказать рыночную цену отдельного камня.

### **Моделирование цен на бриллианты**

Имея доступ к обширным исследованиям рынка и огромному объему данных, Грег был почти готов купить бриллиант. Выбрав в Интернете дилера с продолжительной историей превосходного клиентского обслуживания и прекрасными ценами, Грег загрузил информацию о 6000 бриллиантах, выставленных на продажу. **Приложение 2** позволяет получить общую картину этих данных. В **Приложении 3** приводятся описательная статистика каждой из переменных и точечная диаграмма соотношения цены и веса. Грег собирался использовать эти данные, чтобы построить предиктивную модель цен на бриллианты, которая позволила бы ему подобрать качественный камень по цене ниже его реальной стоимости.

### **Аддитивная модель**

Сначала Грег попытался построить простую линейную модель соотношения между ценой и весом. У него получилась следующая формула:

$$\text{Цена} = -\$12\,739 + \$18\,381 \times \text{Вес в каратах}.$$

Хотя эта простая модель характеризовалась скорректированным коэффициентом детерминации 74% и t-статистикой 130, Грег опасался, что в нее заложены некоторые нереалистичные предположения о поведении цен. В частности, согласно этой модели, каждый дополнительный карат обеспечивал прирост цены на \$18 381 по всему диапазону веса камней. Цены, прогнозируемые в рамках модели, приведены в **Табл. 2**.

Табл. 2. Прогнозы согласно простой линейной модели.

Вес в каратах	Цена
0	≈\$12 738,58
1	\$5 642,68
2	\$24 023,94
3	\$42 405,20

Кроме того, добавление других параметров в рамках этой модели приводило к простому прибавлению или вычитанию фиксированной суммы в долларах. Таким образом, эта модель основывалась на том предположении, что цены на бриллианты ведут себя так же, как цены на новые автомобили, для которых включение дополнительных опций ведет к увеличению цены на фиксированную сумму в долларах. Это означало бы, например, что улучшение цвета бриллианта в один карат ведет к увеличению цены на ту же самую сумму, что и улучшение цвета двухкаратного бриллианта. Грегу это показалось неправдоподобным.

### Мультипликативные модели

Благодаря своему инженерному образованию, Грег знал, что при мультипликативном воздействии нескольких позитивных факторов натуральный логарифм результата можно представить в виде суммы натуральных логарифмов каждого фактора. Иначе говоря, умножение, лежащее в основе мультипликативной модели, можно выразить через сложение логарифмов. Этот принцип лежит в основе работы логарифмической линейки.

В случае цен на бриллианты это означало следующее: если считать, как это делал Грег, что цена бриллианта определяется мультипликативным воздействием нескольких факторов (например, улучшенный цвет повышает цену на 10%, дефекты снижают цену на 20%), то в качестве зависимой переменной ему необходимо использовать  $\ln(\text{Цена})$ .

В своей второй попытке создания модели ценообразования он представил натуральный логарифм цены в виде регрессии по весу в каратах. В результате была получена следующая модель:

$$\ln(\text{Цена}) = 7,26 + 1,38 \times \text{Вес}$$

Такие модели называют логарифмически-линейными, поскольку натуральный логарифм  $Y$  представлен здесь как линейная функция от  $X$ . В результате t-статистика резко возросла до 183.

Согласно данной модели увеличение веса камня на 1 карат приводит к увеличению логарифма цены на 1,38. Учитывая смысл функции натурального логарифма, это все равно что сказать, что увеличение веса камня на 1 карат умножает его цену на  $\exp(1,38) = 3,96$ . В **Табл. 3** показано, как работает эта модель. Линейное соотношение между логарифмом цены

и весом в каратах эквивалентно мультипликативному соотношению между ценой и весом в каратах. Заметим, что согласно прогнозу цена увеличивается на 396% с каждым дополнительным каратом веса.

Табл. 3. Прогнозы согласно логарифмической модели.

Вес в каратах	ln(Цена)	Цена
0	7,265	\$1 428,78
1	8,640	\$5 652,65
2	10,015	\$22 363,51
3	11,390	\$88 476,46

При добавлении в эту модель других параметров прогнозируемая цена бриллианта будет умножаться на фиксированный мультипликативный фактор. Так, улучшение цвета бриллианта в один карат привело бы к увеличению цены на то же количество процентов, что и улучшение цвета двухкаратного бриллианта.

Наконец, Грег применил дважды логарифмическую модель, представив натуральный логарифм цены в виде регрессии по натуральному логарифму веса:

$$\ln(\text{Цена}) = 8,639 + 1,995 \times \ln(\text{Вес в каратах}).$$

t-статистика для коэффициента  $\ln(\text{Вес в каратах})$  составила 199. Так как в этой модели зависимая переменная имеет вид  $\ln(\text{Цена})$ , модель также является мультипликативной. Добавление других параметров в модель означает, что цена будет умножаться на фиксированный мультипликативный фактор.

Разница между дважды логарифмической моделью и логарифмически-линейной моделью состоит в том, что в дважды логарифмической модели небольшое процентное изменение в весе камня приводит к фиксированному процентному изменению цены. По этой причине дважды логарифмическую модель называют также моделью постоянной эластичности. В случае данных о бриллиантах расчетная эластичность цены к весу в каратах составляет 1,995. Другими словами, отношение процентного изменения в цене к процентному изменению в весе равно 1,995 для очень малых изменений веса в каратах. В следующей таблице приведены прогнозы согласно дважды логарифмической модели.

Табл. 4. Прогнозы согласно дважды логарифмической модели.

Вес в каратах	ln(Вес в каратах)	ln(Цена)	Цена
0,5	-0,693	7,256	\$1 416,89
1,0	0,000	8,639	\$5 648,22
1,5	0,405	9,448	\$12 683,09
2,0	0,693	10,022	\$22 515,73
2,5	0,916	10,467	\$35 142,10
3,0	1,099	10,831	\$50 559,11

Коэффициент 1,995 в этой модели можно интерпретировать иным способом: умножение веса камня в каратах на  $\lambda$  ведет к умножению цены на  $\lambda^{1,995}$ . Удвоение веса в каратах,

например, означает, что прогнозируемая цена вырастет приблизительно в четыре раза. (Чтобы убедиться в этом, сравните прогнозируемые цены для двухкаратного бриллианта и однокаратного бриллианта. Сравните также цену бриллианта весом 3 карата и бриллианта весом 1,5 карата. В обоих случаях прогнозируемая цена более крупного бриллианта приблизительно в четыре раза больше прогнозируемой цены меньшего по размеру камня.)

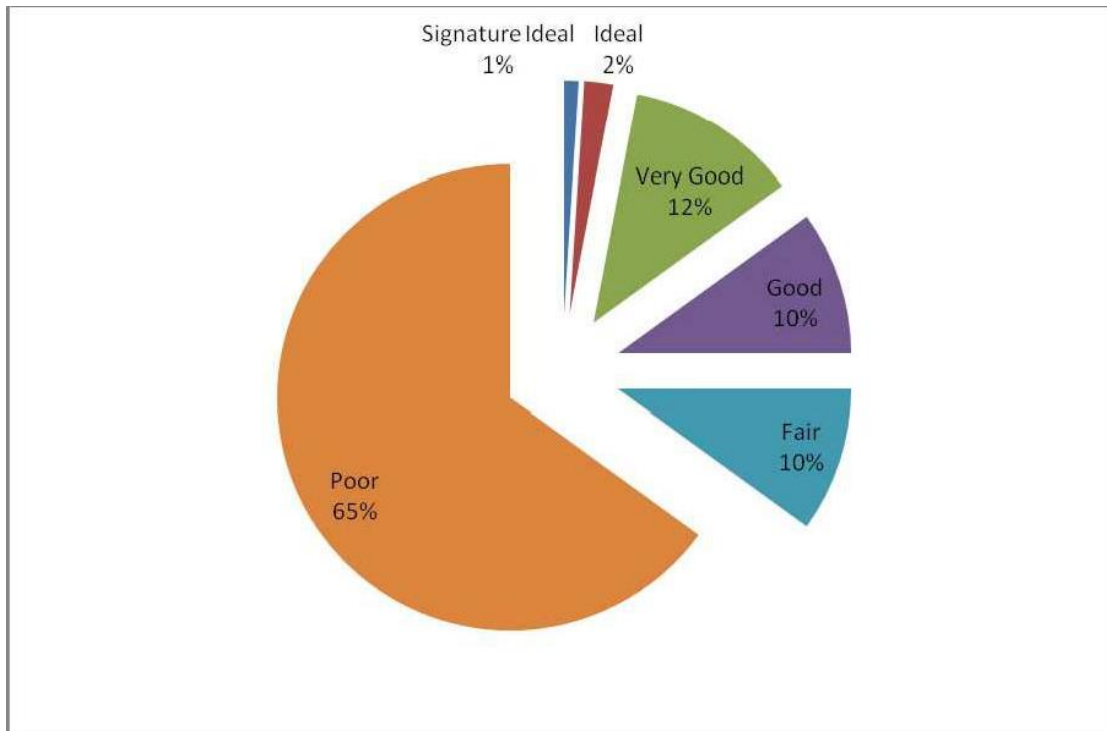
Прогнозы согласно всем трем моделям сведены в диаграмму в **Приложении 3**. Как и ожидалось, две мультипликативные модели демонстрируют прогрессивную зависимость цены от веса в каратах с ускорением. В мультипликативных моделях прогнозируемая цена растет с ускорением по мере увеличения размера бриллиантов.

### **Роман с камнем**

Грег планировал, сделав выбор из трех моделей, подключить другие факторы стоимости. Имея комплексную модель, отражающую все факторы, он сможет вычислять цену для всех рассматриваемых бриллиантов и находить среди них недооцененные. Грег считал, что информированность покупателя в этом случае чрезвычайно важна, как и практически для всех серьезных покупок. И он знал, что Сара бы его в этом поддержала. Кто знает, возможно, тот факт, что он использовал регрессию при выборе бриллианта для нее, показался бы ей весьма романтичным.



Приложение 1  
**БРИЛЛИАНТ ДЛЯ САРЫ**  
 Распределение бриллиантов  
 по качеству огранки



Signature Ideal	Безупречно идеальное
Ideal	Идеальное
Very Good	Очень хорошее
Good	Хорошее
Fair	Посредственное
Poor	Плохое

Приложение 2

**БРИЛЛИАНТ ДЛЯ САРЫ**

Выборка из 6000 бриллиантов

ID	Вес в каратах	Огранка	Цвет	Чистота	Полировка	Симметрия	Сертификат	Цена
1	1,10	Идеальная	G H	SI1	VG	EX	GIA	\$5 169
2	0,83	Идеальная	G H	VS1	ID	ID	AGSL	\$3 470
3	0,85	Идеальная	G H	SI1	EX	EX	GIA	\$3 183
4	0,91	Идеальная	E	SI1	VG	VG	GIA	\$4 370
5	0,83	Идеальная	G	SI1	EX	EX	GIA	\$3 171
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
5996	1,03	Идеальная	D	SI1	EX	EX	GIA	\$6 250
5997	1,00	Очень хорошая	D	SI1	VG	VG	GIA	\$5 328
5998	1,02	Идеальная	D	SI1	EX	EX	GIA	\$6 157
5999	1,27	Безупречно идеальная	G	VS1	EX	EX	GIA	\$11 206
6000	2,19	Идеальная	E	VS1	EX	EX	GIA	\$30 507

Приложение 3

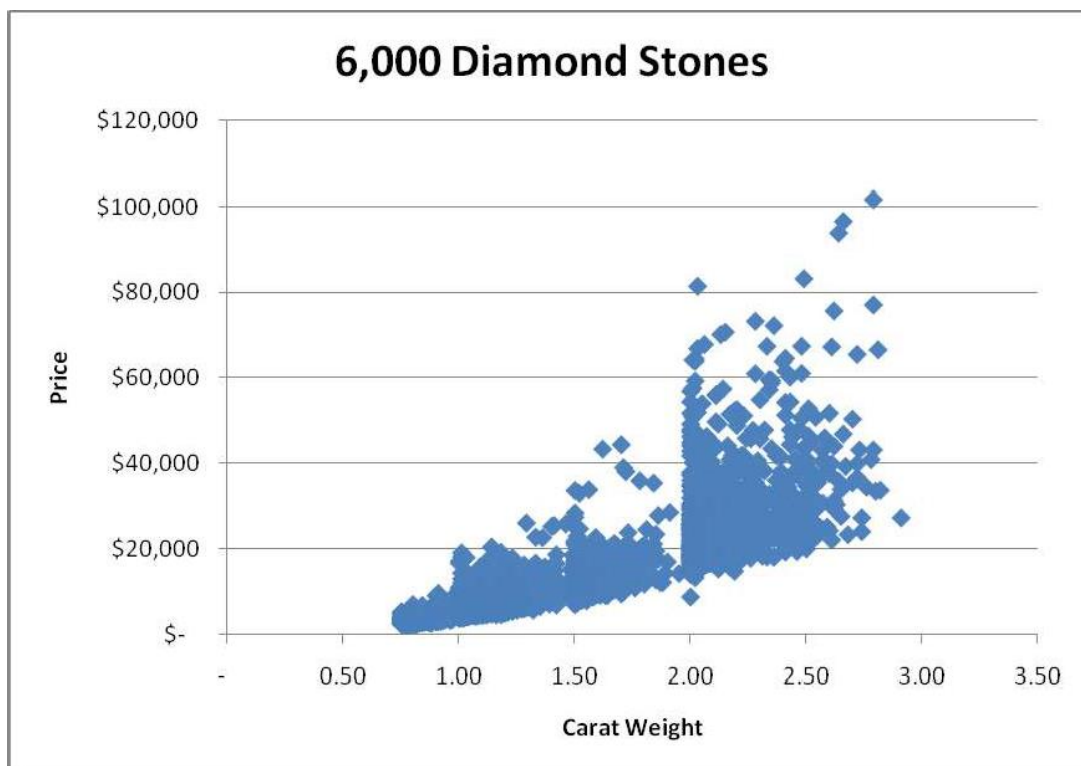
**БРИЛЛИАНТ ДЛЯ САРЫ**

Обобщенные статистические данные о 6000 бриллиантов

	Средняя цена	Количество
<b>ОГРАНКА</b>		
<b>Безупречно идеальная</b>	\$11 541,53	253
<b>Идеальная</b>	\$13 127,33	2 482
<b>Очень хорошая</b>	\$11 484,70	2 428
<b>Хорошая</b>	\$9 326,66	708
<b>Посредственная</b>	\$5 886,18	129
<b>ЦВЕТ</b>		
<b>D</b>	\$15 255,78	661
<b>E</b>	\$11 539,19	778
<b>F</b>	\$12 712,24	1 013
<b>G</b>	\$12 520,05	1 501
<b>G H</b>	\$10 487,35	1 079
<b>I</b>	\$8 989,64	968
<b>ЧИСТОТА</b>		
<b>FL</b>	\$63 776,00	4
<b>IF</b>	\$22 105,84	219
<b>VVS1</b>	\$16 845,68	285
<b>VVS2</b>	\$14 142,18	666
<b>VS1</b>	\$13 694,11	1 192
<b>VS2</b>	\$11 809,05	1 575
<b>SI1</b>	\$8 018,86	2 059
<b>ИТОГО</b>		
	\$11 791,58	6 000

Приложение 3

	Вес в каратах	Цена
Среднее	1,33452	\$11 791,6
Медиана	1,13	\$7 857,0
Мода	1,01	\$4 466,0
Стандартное отклонение	0,47569628	\$10 184,4
Дисперсия выборки	0,226286951	\$103 720 986,0
Экссесс	-0,416759	\$7,9
Асимметрия	0,8912170	\$2,3
Размах	2,16	\$99 377,0
Минимум	0,75	\$2 184,0
Максимум	2,91	\$101 561,0
Сумма	8 007,12	\$70 749 476,0
Количество	6 000	6 000

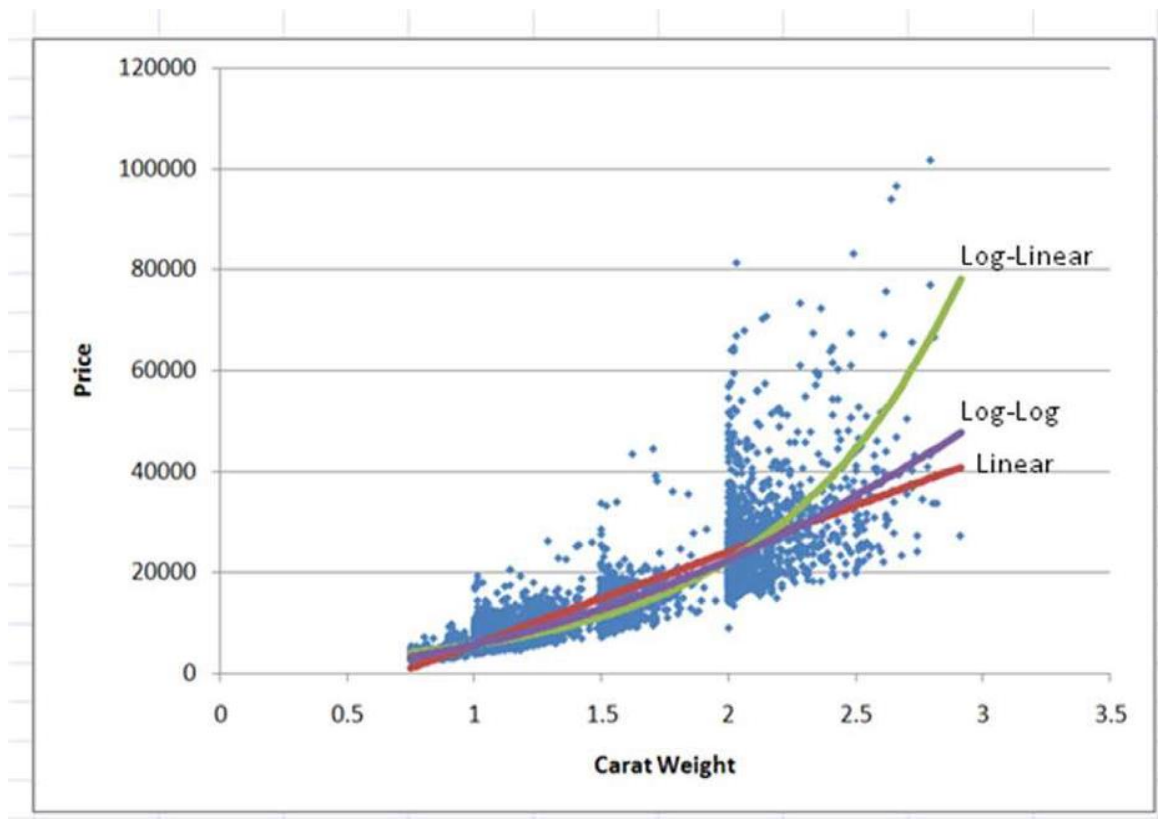


6,000 Diamond Stones	6000 бриллиантов
Price	Цена
Carat Weight	Вес в каратах

Приложение 4

**БРИЛЛИАНТ ДЛЯ САРЫ**

Диаграмма прогнозов согласно  
используемым моделям



Price	Цена
Carat Weight	Вес в каратах
Log-Linear	Логарифмически-линейная
Log-Log	Дважды логарифмическая
Linear	Линейная