Вступление

Существует масса книг, посвященных внешней баллистике. Большинство из них попадают в одну из двух категорий: они либо слишком технические, либо недостаточно технические. Книги из категории *слишком технических* наполнены формулами и математическими выкладками, и предназначены для демонстрации последних достижений в области науки. В этом плане данные книги успешны; тем не менее, немногие стрелки способны выделить достаточное количество *практической* информации, которую они могли бы непосредственно применить для того, чтобы улучшить свою стрельбу. На другом конце спектра находятся книги по стрельбе, недостаточно технические по своей сути. В книгах, о которых я говорю, обычно говорится обо всех аспектах стрельбы, и всего лишь одна глава в них будет посвящена внешней баллистике. Хотя они хорошо написаны и подходят для обучения новичков многим аспектам стрельбы, эти книги обычно лишь мимоходом касаются внешней баллистики.

Эта книга задумывалась как недостающее звено между сложным математическим объяснением внешней баллистики и практическим применением ее. Когда я говорю ***практическим,*** я говорю о вещах, которые все стрелки могут понимать и применять для того, чтобы достичь лучших результатов. Некоторая часть материала изложена техническим языком, но не более чем это необходимо.

Темы, раскрытые на этих страницах, инспирированы многолетним опытом и беседами с заинтересованными стрелками-спортсменами на линии огня и с охотниками, стреляющими на большие дальности, а также тактическими стрелками. Это то, что небезразлично серьезным стрелкам, и что нужно знать для оптимизации кучности и точности их стрельбы. Я попробую избежать абстрактных пространных рассуждений о вещах, которые не помогут вам стрелять лучше! ***Моя задача – помочь среднему стрелку улучшить результаты его стрельбы посредством лучшего понимания науки, лежащей в основе стрельбы.***

Много лет я вынашивал идею написания книги о баллистике, потому что эту тему мне нравится изучать и писать о ней. Я ощущал огромную необходимость в книге, которая могла бы объяснить науку внешней баллистики среднему стрелку простым языком. Тем не менее, я не хотел просто перефразировать информацию, которая была доступна до меня. Я не думал, что это стоит делать, до тех пор, пока я не смогу внести собственный вклад в эту книгу. через несколько лет, затратив массу усилий и денежных средств, я решил, что теперь мой собственный вклад внесен. Часть 3 этой книги содержит каталог экспериментально измеренных данных по баллистическим коэффициентам (БК) для многих популярных пуль, используемых для охот на больших дальностях и стрельбы по мишеням. Как будет объяснено в Главе 2, баллистический коэффициент (БК) – наиболее важное число для хоть немного значимого анализа любого рода, включая расчет точных траекторий. Вычисленная траектория оказывается не намного точнее, чем информация, по которой она вычислялась, и БК – это вводные данные, характеризующие пулю. В прошлом стрелкам приходилось рассчитывать только на рекламируемые производителями значения БК. По причинам, которые я объясню позже, производители пуль исторически заявляли (рекламировали) *неодинаковые* и часто *неточные* БК. И эта ситуация повлекла за собой два основных последствия. Прежде всего, это не позволяло стрелкам иметь хороший инструмент для сравнения пуль от разных производителей. Во-вторых, стрелки не могли рассчитывать точные траектории, требовавшиеся для поражения целей на больших дальностях.

Точное определение БК пули – непростая задача. Наилучшим способом определения БК является оборудование стрельбища инструментарием и выполнение тщательно контролируемых тестовых отстрелов для *измерения* БК (а не его расчета с использованием компьютерных программ для вычисления БК). Подобные тестирования очень дороги и сложны, но

это единственный способ по-настоящему знать БК пули наверняка. Часть 3 этой книги содержит результаты тестирования мною БК более 175 современных дальнобойных пуль для стрелкового оружия в 8 калибрах от 6 основных брэндов, и она является наиболее полным и точным сборником экспериментальных данных по БК из всех когда-либо собранных. Я считаю информацию, приведенную в Части 3 этой книги, моим собственным вкладом в стрелковый спорт.

В главах, из которых состоит эта книга, рассматриваются различные аспекты стрельбы на большие дальности, многие из которых связаны с точными и значимыми расчетами баллистических траекторий. Независимо от того, какой метод используется, расчет траектории не может оказаться более точным, чем самое неточное из исходных данных. Я считаю, что традиционно, БК были теми исходными данными, которые вносили самый большой вклад в ошибку, поэтому я полагаю, что моя подборка экспериментально измеренных БК станет ценным вкладом в стрелковые спортивные дисциплины.

Современный Уровень Науки

В науке внешней баллистики за последние время произошло несколько важных достижений, которые еще не начали применяться в основной практике. Этой книгой я хочу сделать данные достижения понятными и доступными для всех стрелков.

Применение огня из прецизионной винтовки на большие дальности является задачей, состоящей из многих переменных. Некоторые из этих переменных легко измеряются и учитываются; другие можно только оценить. Идея состоит в том, чтобы передвинуть эти переменные в категорию *известных*, и минимизировать число и влияние *неизвестных*. Одной из областей, которую эта книга переводит в известные переменные, является расчет траекторий.

Современные баллистические решения стали доступными для индустрии спортивного оружия достаточно давно. Нам не нужно заново изобретать колесо; стрелкам только нужно научиться эффективно применять уже имеющиеся инструменты. Эта книга проведет читателя через детали этого процесса.

Цель этой книги не в том, чтобы показать самые последние достижения внешней баллистики. Основная цель – помочь среднему стрелку понять и использовать в полной мере существующие последние достижения, применяя наиболее подходящие инструменты из доступных для решения проблемы. Прежде чем вы начнете думать, что это звучит как рекламный слоган для продажи какого-то товара, я скажу, что не хочу продвигать продажи какого-то специального программного обеспечения. На самом деле, единственной программой, которая вам понадобится, является программа, поставляемая вместе с этой книгой, и она же бесплатно выложена в интернете. Я просто сосредоточусь на демонстрации того, как использовать эти инструменты самым наилучшим образом.

Моделирование

Не все параметры, включаемые во внешнюю баллистику, можно точно измерить (как минимум, с моим бюджетом). Для таких мелких деталей, я рассчитывал, в основном, на опыт в моделировании и симуляции, чтобы проиллюстрировать физику того, что происходит. Говорят, что картинка стоит больше тысячи слов. Очень часто, хорошая модель может оказаться той картинкой, которая способна прояснить ситуацию. Числовые компьютерные модели могут оказаться очень обманчивыми, если пользователь не понимает их ограничений. С другой стороны, когда модели используются правильно, они могут оказаться очень мощными и поучительными инструментами.

Статистика

Одной из проблем, связанных с компьютерными моделями и проблемными решениями вообще, является то, что они являются детерминированными. Другими словами, если вам нужно ввести в них одинаковые данные, они всегда дадут вам одни и те же выходные данные. Стрельба, как вам известно, устроена не так! Нашей целью, как прецизионных стрелков,

является минимизация неоднообразий и необходимость сделать нашу стрелковую систему настолько однообразно, насколько это возможно. Тем не менее, всегда остается некоторая степень неопределенностей, с которыми приходится иметь дело. Но есть и хорошие новости; у нас есть средство для работы с неопределенностями, существующими в стрельбе – это статистика. Статистика – это очень мощный, важный и часто недооцениваемый стрелками раздел математики. Стрельба полна измеряемых неопределенностей (дульная скорость, дальность, ветер, пороховой заряд, вес гильзы, толщина стенки шейки гильзы, размеры пуль и т.д.). Понятно, что основной причиной, по которой стрелки не попадают в мишени, в полной мере являются неопределенности, существующие при стрельбе. ***Статистика – это математический аппарат, позволяющий работать с неопределенностями.*** Освоив всего несколько базовых принципов статистики, стрелки могут получать гораздо лучшие данные для релоадинга и стрельбы. Систематическое изучение неопределенностей, существующих при стрельбе, будет основной темой на протяжении всей книги. Для многих величин, которые будут приведены в книге, также будут приводиться и границы ошибок. Приведение значений таким способом отражает настоящую недетерминистскую природу стрельбы. Если я говорю, что понижение какой-то пули составляет 55 дюймов, то это число имеет свое значение. Но если я скажу, что понижение составляет 55 дюймов, +/- 5 дюймов, основываясь на имеющихся неопределенностях, тогда стрелок получает лучшую информацию для принятия решения.

Большая Картина

Полезно иногда оглядываться назад и спрашивать себя: ***А зачем?*** В этой книге, погружаясь глубже в предмет внешней баллистики, мы всегда видим перед собой большую картину. Материал в этой книге призван помочь стрелкам развить лучшее уважение, понимание и получать большее удовольствие от стрельбы. И самое главное, ***основная цель этой книги – это достигнуть большего успеха!*** Измеряете ли вы успех в размере группы, очках или попаданиях в дичь на больших дальностях, материал в этой книге поможет вам делать все это лучше.

Часть 1: Элементы Внешней Баллистики

Глава 1: Фундаментальные Основы

Существует множество переменных, вступающих в игру при стрельбе на большие дальности. Если рассматривать их все за один раз, то сложность формулы получится просто избыточной. Для того, чтобы начать систематическое изучение баллистики, мы вначале разобьем ее элементы на 2 основные категории:

1. Детерминистские переменные
2. Недетерминистские переменные

Детерминистские переменные – это те переменные, которые мы можем измерить и учесть их. Большинство переменных, существующих при стрельбе на большие дальности, являются детерминистскими. Гравитационное падение и деривация – вот два примера детерминистских переменных. В общем, детерминистские переменные - это все те данные, которые мы можем ввести в программу для расчета баллистики, и тем самым, учесть их. Если бы все элементы стрельбы на большие дальности могли считаться *детерминистскими переменными*, то было бы довольно просто надежно поражать цели на очень больших дальностях. Наиболее коварными элементами стрельбы на большие дальности являются *недетерминистские* переменные.

Недетерминистские переменные – это те переменные, которые невозможно измерить непосредственно, и которые влияют на траекторию пули. Наиболее печально известной и проблематичной недетерминистской переменной при стрельбе на большие дальности является, конечно же, ветер. Так как точную скорость и направление ветра невозможно определить для каждой точки пространства между стрелком и мишенью, его влияние невозможно точно учесть. Другой недетерминистской переменной являются вариации дульной скорости. В идеале, каждая пуля покидает винтовку с одной и той же дульной скоростью, и падает на одну и ту же величину на заданной дальности. Реальность же такова, что каждая пуля покидает ствол с *различной* скоростью, и это обуславливает другую величину падения на больших дальностях. Наша цель – самостоятельное снаряжение патронов максимально однообразных, которые бы создавали наиболее однообразную дульную скорость, но и здесь всегда существует некоторое количество *недетерминистских* вариаций. Важно понять то, как можно учитывать неопределенности при стрельбе. Статистика – вот математический инструмент для этого.

В этой книге содержатся главы по каждому из наиболее важных элементов стрельбы на большие дальности. Важно разделять эти элементы на детерминистские и недетерминистские, чтобы вы могли точно знать, как поступать с ними. Управление прицельными приспособлениями должно быть детерминистской переменной. При тщательном внимании к деталям и качеству компонентов, не может быть никаких оправданий за промах по мишени из-за неправильного толкования прицельной картинки. То же касается и остальных детерминистских переменных. Все что влияет на полет пули и может быть измерено, должно быть измерено и учтено для использования в программе расчета баллистики. В Главе 8 будет продемонстрировано эффективное использование баллистической программы для учета всех детерминистских переменных, влияющих на пулю на траектории ее полета на большую дальность. В реальности, единственными причинами (связанными с баллистикой) для промаха по мишени на большой дальности являются недетерминистские переменные. Недетерминистские переменные – это та область, где вам остается рассчитывать на статистику и неидеальные человеческие оценки. *После того, как вы освоите базовые элементы стрельбы на*

большие дальности, баланс вашего времени, проводимого на тренировках и за улучшением результатов, сместиться в сторону недетерминистских переменных.

Точность и Кучность

Важной фундаментальной темой при стрельбе является точность против кучности. В контексте стрельбы, точность – это мера того, насколько близко ваши выстрелы располагаются от центра мишени, и кучность – это то, насколько плотно выстрелы группируются друг к другу (смотри Рисунок 1.1). Важно различать точность и кучность, потому что оба эти параметра важны, но на них оказывают влияние различные типы переменных. К примеру, точность больше связана с элементами, связанными с платформой, и детерминистскими переменными. К примеру, проблема с прицельными приспособлениями заставит выстрелы отклоняться от цели *систематизировано*, то есть, вы можете отстрелять маленькую группу в стороне от намеченной точки попадания. В общем, кучность определяется недетерминистскими переменными. Стрельба на группу (соревнования по Бенчресту) – единственный вид соревнований на кучность. Не имеет значения, где окажется группа относительно центра мишени; все, что важно, это насколько близко выстрелы окажутся друг относительно друга. Стрельба на очки требует как точности, так и кучности. Выстрелы должны попасть около центра мишени *и* быть плотно сгруппированы для максимального результата. Охота на большие дальности и снайпинг обычно требуют как точности, так и кучности.

Рисунок 1.1. Примеры точности и кучности.

Понимание Задачи Стрельбы

Серьезные стрелки знают, что считать задачей их стрельбы. К примеру, если стрельба будет вестись по бумажным мишеням, энергия попадания пули не имеет значения. Если стрельба будет вестись при неопределенных ветровых кондициях, то минимизация ветрового сноса имеет определяющее значение. Вот пример, демонстрирующий то, что я имею в виду. Возьмем варминт охотника, который много лет охотился на сурков без дальномера. Этот охотник предпочитает патроны вроде .22-250 и .220 Swift, из-за их очень настильных траекторий. Настильность траектории помогает стрелку справиться с неопределенной дальностью. Теперь дайте этому парню лазерный дальномер, и вы измените природу его стрельбы. Удалив неопределенность с дальностью, вы уберете настильную траекторию как ценное дополнение. Теперь самой большой неопределенностью останется ветровой снос, и ветровой снос минимизируется другим типом стрелковой системы, чем *настильно* стреляющей системой. ***Выбор правильного стрелкового оборудования служит для минимизации крупнейших источников неопределенности.***

Если цель стрельбы узкая и хорошо определенная, как в стрельбе по мишеням, задача эта проста. Сложности начинаются, когда вы хотите использовать одну винтовку для множества целей. В таком случае обычно приходится прибегать к какому-то компромиссу.

Понимание Мерил Баллистических Качеств

Когда цель стрельбы четко определена, следующим шагом будет определение *мерил баллистических качеств*, свойственных данной цели. *Мерила баллистических качеств* – это просто что-то, касающееся баллистических характеристик. В следующих подразделах даются определения некоторым обычным мерилам баллистических качеств, используемых для анализа характеристик стрелковых систем.

Дульная Скорость

Для любой пули любого калибра, веса и БК, увеличенная дульная скорость улучших все мерила внешнебаллистических характеристик. Имейте в виду, что излишняя дульная скорость может отрицательно сказаться на кучности, точности и безопасности, если она будет доведена до экстремальной.

Дульная скорость типично измеряется в футах в секунду (фт/с) стрельбой через/поверх хронографа. В дополнение к знанию средней дульной скорости, стрелкам нужно знать и управлять вариациями дульной скорости, наблюдаемых в исследуемой стрелковой системе. Вариации или неопределенность в дульной скорости типично описываются двумя статистическими параметрами: Среднеквадратическим Отклонением (СО) и/или Диапазоном Разброса (ДР). Эти статистические величины будут лучше объяснены в следующем разделе. А сейчас нам нужно понять важность измерения средней дульной скорости, а также вариаций дульной скорости.

Баллистический Коэффициент

Говоря словами, Баллистический Коэффициент (БК) определяет то, насколько хорошо пуля может сохранять скорость. Пули с высокими БК сохраняют скорость лучше. Для стрельбы из стрелкового оружия на большие дальности, баллистические характеристики на дальности зависят, по большей части, от того, сколько скорости остается у пули, и это делает Бк очень важным мерилом баллистических качеств. БК будет более подробно обсуждаться в этой книге.

Траектория

Как было проиллюстрировано в предыдущем разделе, посвященном задаче стрельбы, настильная траектория очень важна для применений, где существует неопределенность с дальностью. Винтовки малого калибра, стреляющие легкими пулями с очень высокими дульными скоростями (вроде .22-250 и .220 Swift), имеют самые настильные траектории на коротких дальностях. Тем не менее, как будет показано в Главе 3, более тяжелая пуля большего калибра с более высоким БК и более медленной дульной скоростью может иметь лучшую (более настильную) траекторию на большой дальности. Для этого мерила баллистических качеств превосходство определяется *опасным пространством.* Опасное пространство подобно дальности прямого выстрела. Чем больше опасное пространство, тем больший шанс попасть в мишень, учитывая заданные неопределенности с дальностью и дульной скоростью. Дальность прямого выстрела и опасное пространство будут более полно изучены в Главе 3. А пока важно познакомиться с концепцией траектории как мерила баллистических качеств, относящегося к неопределенности дальности.

Ветровой Снос

Вслед за неопределенностью с дальностью, неопределенность с ветром обычно является самой крупной требующей решения проблемой для большинства дальнобойных стрелковых применений. Вся Глава 5 будет посвящена механике ветрового сноса. Основная идея, с которой необходимо свыкнуться, состоит в том, что точная скорость и направление ветра между стрелком и целью в поле не могут быть точно измерены и на них взяты точные поправки. Мы постараемся максимально точно количественно определить ветер, но в итоге всегда останется некоторая неопределенность. Стрелковая система, лучше всего попадающая по мишеням в ветер – это система, минимизирующая величину, и с ней, неопределенность ветрового сноса. К примеру, рассмотрим две винтовки. Винтовка А имеет 100″ ветрового сноса на 1000 ярдах в поперечный ветер со скоростью 10 миль/час, и винтовка Б имеет 50″ ветрового сноса в тех же условиях. Если скорость ветра меняется, или если мы ошиблись с оценкой на 2 мили в час, винтовка А промахнется мимо точки прицеливания на 20″, а винтовка Б промахнется всего на 10″. *Одинаковая неопределенность ветра приведет к меньшему расстоянию промаха для пули, имеющей меньший ветровой снос.* Этот принцип приме-

ним к любой дисциплине стрельбы на большие дальности. Это не имеет значения, если вам нужно сделать всего один дальний выстрел по благородному оленю, или если вы находитесь в середине серии из 20 выстрелов стрельбы по мишени, и ваш последний выстрел был 30 секунд назад. Чем меньший ветровой снос испытывает пуля, тем меньшая дистанция промаха будет обусловлена неопределенностями со скоростью и направлением ветра. Фундаментальным мерилом баллистических качеств, количественно описывающим ветровой снос, является *время задержки*. Время задержки определяется БК пули и дульной скоростью, и мы тщательно исследуем этот параметр в Главе 5.

Кинетическая Энергия

Кинетическая Энергия (КЭ) – это мера ударной энергии, которой обладает пуля в полете к цели. КЭ измеряется в фут-фунтах, и она нужна лишь в определенных применениях, где стрелок заботится о влиянии пули на мишень. Охота, военные и правоохранительные применения – вот примеры этого. Стрелкам по мишеням все равно какой КЭ обладают их пули, если ее достаточно для пробития дыры в мишени. Кроме того, вармint охотники обычно также не заботятся о КЭ, потому что большинство винтовок центрального воспламенения, даже .17 калибра, достаточно летальны, чтобы убивать грызунов.

КЭ пропорциональна массе и скорости пули. Обычным способом использования КЭ является определение того, сколько КЭ требуется для выполнения цели стрельбы (гуманного убийства животного или разрушения материальных предметов), а затем расчета дальности, на которой эта характеристика упадет ниже заданного граничного значения. К примеру, скажем, нужно 1000 фут-фунтов КЭ для гуманного убийства белохвостого оленя 165-грановой пулей Sierra GameKing .30 калибра. .308 Winchester, выстреливающий эту 165-грановую пулю со скоростью 2700 фт/с, имеет 2600 фут-фунтов КЭ на дульном срезе, и она падает ниже 1000 фут-фунтов где-то около 600 ярдов. На основании этого мерила баллистических качеств, мы можем сказать, что .308, снаряженный 165-грановой пулей Game King, *эффективен* по белохвостым оленям до 600 ярдов. Реальная эффективная дальность может оказаться меньшей, если точность этой винтовки или другие полевые переменные не позволят надежно попасть на этой дальности.

Мерила качеств, не относящиеся к внешней баллистике

Важно понять, что существует множество переменных, относящихся к стрельбе на большие дальности, находящихся за пределами предмета внешней баллистики и темы этой книги. Терминальные характеристики пули, качество оптики, физический размер винтовки, навыки стрелка, и оценка дальности – очень важные факторы, которые не будут глубоко рассмотрены в этой книге, но это очень важные аспекты стрельбы. Другими словами, ваш выбор оборудования будет основан не только на одной баллистике, но баллистика является важным параметром. *Цель этой книги – помочь стрелкам понять баллистику так, чтобы они могли принять решения о том, что лучше подходит для их применения.*

В остальных Главах Части 1 этой книге обсудим детали и научно опишем важные элементы внешней баллистики. А именно, рассмотрим наиболее важные силы, управляющие динамикой полета снарядов, вроде гравитационного падения и ветрового сноса. В Части 2 будет приведено собрание специальных и общих анализов различных типов стрельбы по мишеням и охотничьих применений. Идея состоит в том, чтобы обеспечить читателя достаточным количеством фундаментальной информации в Части 1, чтобы он мог выполнить детальный и грамотный анализ в виде, представленном в Части 2. В Части 3 представлены физические параметры дальнобойных пуль, включая БК, что позволит читателю сделать точные оценки баллистических характеристик.

Глава 2: Баллистический Коэффициент

Баллистический Коэффициент (БК) – наиболее широко применимая и важная мера внешнебаллистического поведения пули. Знание БК пули позволяет стрелкам рассчитывать траектории и делать различные типы анализа ее поведения на разных дальностях. Так как БК настолько важен, производители пуль заявляют БК своих пуль на коробках, в руководствах по релоадингу, или на вебсайте компаний. По различным причинам заявленные БК обычно не точны в той или иной степени. Эта ошибка транслируется в ошибку и сомнение в любом анализе баллистических характеристик, выполняемом с использованием этого БК. *Знание точного БК критически важно для выполнения имеющего смысл внешнебаллистического анализа и выбора правильной пули для заданного применения.*

В этой главе объясняется то, что из себя представляет баллистический коэффициент, и то, как использовать эту информацию для достижения большего успеха в стрельбе на большие дальности.

Что такое Баллистический Коэффициент?

Существуют некоторые фундаментальные понятия *аэродинамики,* требуемые для понимания внешней баллистики. Я привел формулы для тех читателей, которые хотят понять и поупражняться в математике, но я постарался как только мог, чтобы представить важные идеи в описательном формате. Другими словами, ***вам не нужно понимать формулы, чтобы понять идеи.***

Говоря словами, баллистический коэффициент – это мера того, насколько хорошо пуля *пробивает воздух.* Атрибутами пули, определяющими то, насколько хорошо она пробивает воздух, являются: вес, площадь поперечного сечения и форм фактор. С весом понятно; чем тяжелее пуля, тем лучше она пробивает воздух. Площадь поперечного сечения также понятна. Чем тоньше пуля, тем лучше она пробивает воздух. Форм фактор – это мера того, насколько обтекаема пуля. Следующая формула показывает, как параметры пули определяют ее БК:

$$\hat{A}\tilde{N} = \frac{W / 7000}{cal^2 \cdot i}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) \qquad \textbf{Формула 2.1}$$

Где:

BC – баллистический коэффициент в фунт/дюйм^2
W – вес пули в гранах
cal – калибр пули в дюймах
i – форм фактор пули, он не имеет размерности

БК имеет размерность *фунтов на квадратный дюйм,* но эти единицы обычно игнорируются. Вес и калибр пули легко определить, поэтому единственным компонентом формулы для БК, который неизвестен, является форм фактор.

Что такое Форм Фактор?

Форм фактор – это множитель, сравнивающий уникальное для пули сопротивление воздуха с таким же параметром для *стандартной* пули. Так как он основан на сопротивлении пули, высокое значение обозначает, что пуля менее аэродинамически эффективна, чем *стандартная пуля*, и наоборот, низкий форм фактор соответствует эффективной форме, ис-

пытывающей меньшее сопротивление воздуха в полете. Ниже приведено визуальное представление форм фактора.

Формула 2.2[1]

Говоря словами, это представление говорит о том, что более обтекаемая пуля сверху испытывает ½ сопротивления от испытываемого пулей снизу при одинаковой скорости полета. В этом примере мы используем 0.5, но форм фактор может быть любым числом, обычно варьирующимся от 0.45 до 0.6. В то, что эти две формы пуль могут иметь такое большое различие в сопротивлении может вериться с трудом, но на сверхзвуковых скоростях цена тупого носика и плоского дна оказывается намного большей, чем на низких дозвуковых скоростях, с которыми мы лучше знакомы. Снаряд снизу – это *стандартный снаряд G1.* Традиционно, в индустрии спортивного оружия, все наши БК основаны на форм факторах, связанных со стандартом G1. Существуют и другие, более подходящие стандарты для дальнобойных пуль, которые мы вскоре обсудим.

Кривая сопротивления для типичной дальнобойной пули

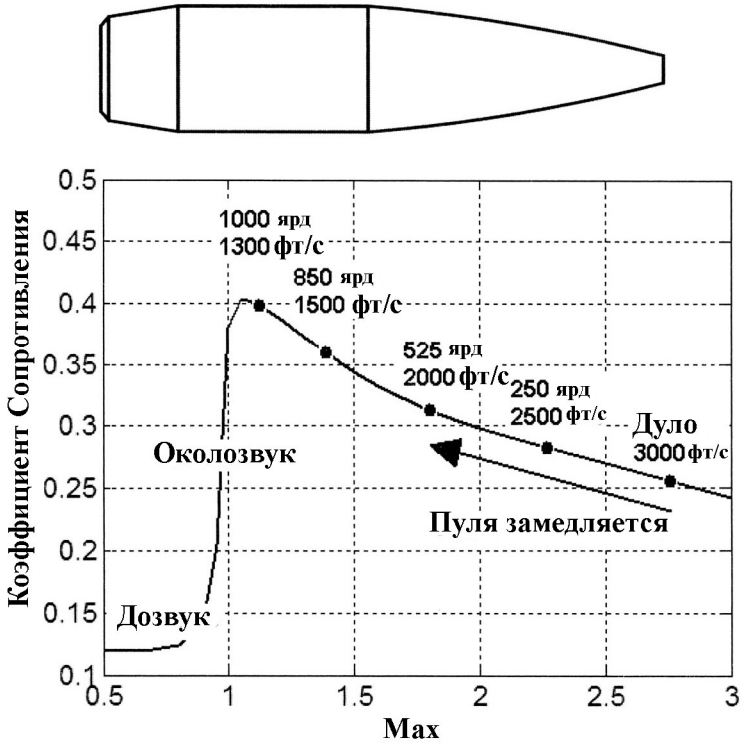


Рисунок 2.1. На этом графике показана кривая сопротивления для типичной дальнобойной пули.

Для того, чтобы рассчитать форм фактор и баллистический коэффициент, вам нужно знать *коэффициент сопротивления воздуха* для пули на заданной скорости, чтобы вы смогли сравнить его с коэффициентом сопротивления воздуха для стандартного снаряда G1, и получить форм фактор. Коэффициент сопротивления воздуха – это безразмерная величина, показывающая, какое сопротивление будет испытывать пуля на заданной скорости. Более обтекаемые формы имеют меньшие коэффициенты сопротивления, и на сверхзвуковых скоростях

[1] Более технически развернутое определение форм фактора дано в Приложении.

коэффициент сопротивления сильно зависит от скорости. На Рисунке 2.1 показана *кривая сопротивления* для типичной дальнобойной пули.

Как видно из Рисунка 2.1, типичная дальнобойная пуля, выстреливаемая с дульной скоростью 3000 фт/с, имеет коэффициент сопротивления примерно в 0.25 на этой скорости. По мере замедления пули, *коэффициент сопротивления воздуха* увеличивается, пока пуля замедляется до дозвуковой скорости (ниже 1120 фт/с в стандартных условиях), затем резко падает. Помните, что хотя *коэффициент сопротивления воздуха* для пули увеличивается при замедлении пули, реальная сила сопротивления (измеряемая в фунтах) уменьшается из-за уменьшения скорости полета.

Давайте рассмотрим пример расчета БК для типичной дальнобойной пули, приведенной выше, имеющей коэффициент сопротивления в 0.25 на 3000 фт/с. На 3000 фт/с, *стандартный снаряд* G1 имеет коэффициент сопротивления примерно 0.52. Тогда форм фактор для типичной дальнобойной пули равен: 0.25/0.52 = 0.48 в данном примере. Обратите внимание на то, что этот форм фактор не зависит от калибра или веса, а только от коэффициента сопротивления. Для того, чтобы рассчитать БК пули, применим Формулу 2.1 с форм-фактором 0.48. Вот расчет для 155-грановой пули .308 калибра:

$$BC = \frac{155/7000}{.308^2 \cdot 0.48}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\grave{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) = 0.486\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\grave{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

Единицы (фунт/дюйм^2) обычно пропускают или игнорируют, но мы указали их здесь, чтобы напомнить читателю об их существовании.

Этот БК действителен только для скорости, для которой он рассчитан; т.е. 3000 фт/с. Если вы рассчитаете форм фактор и БК на другой скорости, они будут отличаться, потому что *коэффициенты сопротивления для пули разные на всех скоростях.* На Рисунке 2.2 показан коэффициент сопротивления стандарта G1 в сравнении с типичной дальнобойной пулей от 0 фт/с до 3300 фт/с. Обратите внимание на то, насколько выше идет кривая сопротивления для испытывающего большее сопротивление стандартного снаряда G1. На 3300 фт/с, форм-фактор был 0.48, но на другой скорости этот форм фактор будет другим. К примеру, на 1500 фт/с, коэффициент сопротивления для типичной дальнобойной пули будет равен 0.37, и коэффициент сопротивления для стандартного снаряда G1 будет равен 0.66. Это соответствует форм фактору 0.56. Таким образом, БК на 1500 фт/с для той же 155-грановой пули .308 калибра будет равен:

$$BC = \frac{155/7000}{.308^2 \cdot 0.56}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\grave{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) = 0.417\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\grave{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

Это изменение форм фактора является причиной того, почему БК изменяется со скоростью. Многие стрелки подозревают, что БК пули выше на более высоких скоростях, но они не знают почему. Все основано на том, как сопротивление воздуха пуле сравнивается с сопротивлением воздуха стандартному снаряду G1. Если БК рассчитан для пули на конкретной скорости, и этот БК используется в баллистической программе, большинство программ будут применять один и тот же БК для всех скоростей, и результат будет содержать ошибку, потому что *сопротивление воздуха реальной пули изменяется со скоростью иначе, нежели сопротивление воздуха стандартному снаряду G1 изменяется со скоростью.*

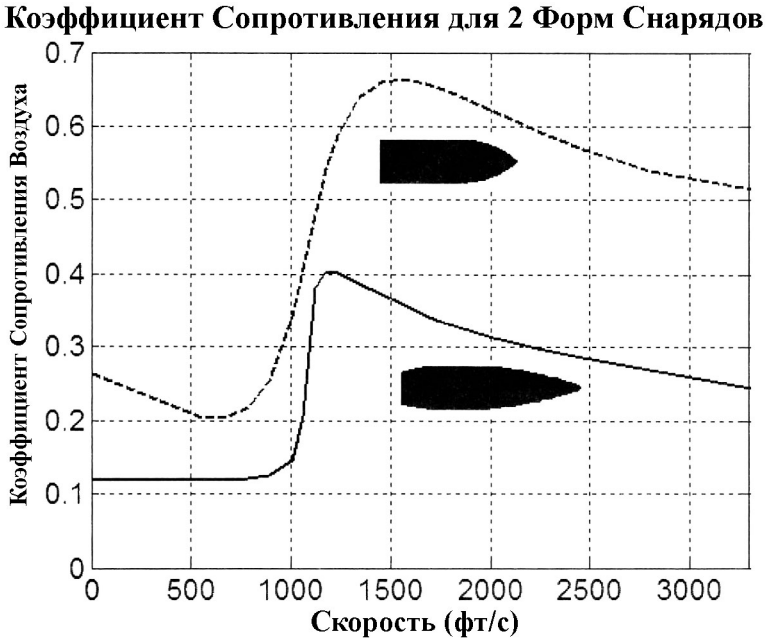


Рисунок 2.2. Линия с точками представляет собой высокое сопротивление воздуха стандартному снаряду G1 (сверху). Нижняя линия – более низкое сопротивление современной дальнобойной пуле.

На Рисунке 2.2 дано визуальное изображение несоответствия сопротивлений воздуха стандартному снаряду G1 и типичной дальнобойной пуле. Вы можете увидеть, что форм фактор можно определить для какой-то скорости (в данном случае 3000 фт/с), и рассчитать точный БК для этой скорости. Тем не менее, так как кривые сопротивления имеют различные формы, типичная дальнобойная пуля требует введения другого форм-фактора, соответствующего замедляющейся пуле.

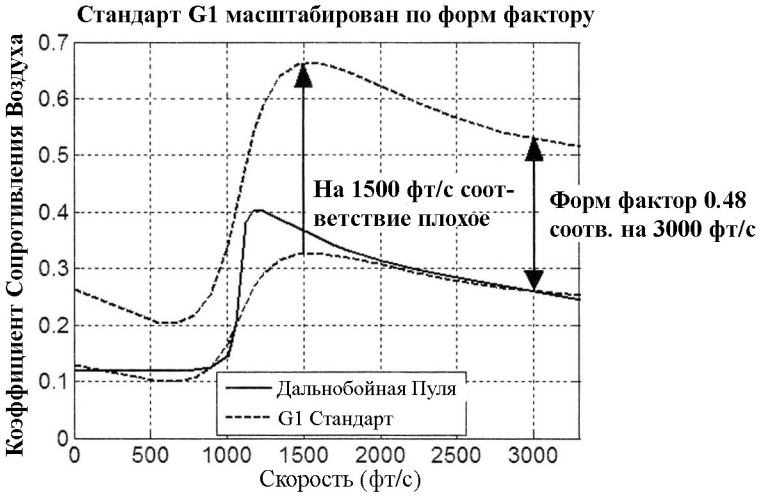
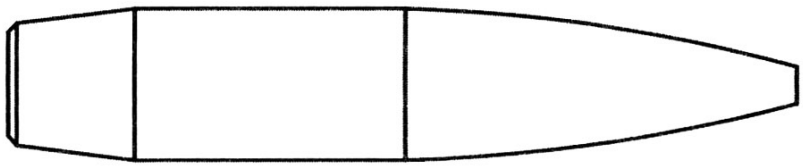


Рисунок 2.3. Форм фактор требует приведения сопротивления для G1 в соответствие с реальным сопротивлением воздуха, различным на всех скоростях.

Примерно от 2000 фт/с и быстрее, кривая сопротивления для типичной дальнобойной пули и для стандарта G1 не сильно изменяются. В результате БК будут довольно одинаковы для этих высоких скоростей. Тем не менее, как только пуля замедляется ниже 2000 фт/с, разница в форме кривых сопротивления существенно возрастает. Если не брать поправку на это, данное несоответствие в форме кривых сопротивления может вызвать серьезные неточности в результатах расчета баллистическими программами, принимающими единственное вводи-

мое значение БК. *Самой большой сложностью в эффективном использовании баллистических коэффициентов является учет зависимости от скорости.*

6.5-мм 142-грановая Sierra MatchKing



Заявленные Sierra Баллистические Коэффициенты:

0.595 на 2800 фт/с и выше
0.580 от 2850 фт/с до 2400 фт/с
0.575 от 2400 фт/с до 2050 фт/с
0.550 на 2050 фт/с и ниже

Рисунок 2.4. БК для диапазонов скоростей пуль Sierra.

Для того, чтобы решить проблему изменения БК со скоростью, Sierra Bullets представили БК для своих пуль в скоростных сегментах. К примеру, Sierra представили БК для своей 6.5-мм 142-грановой пули MatchKing в виде, показанном на Рисунке 2.4.

Баллистические коэффициенты Sierra были найдены экспериментально. Другими словами, БК были непосредственно измерены, а не рассчитаны компьютерной программой. Я указал на это, чтобы показать, что изменение БК со скоростью – это реальность, а не артефакт неточной математической модели. Различные баллистические коэффициенты, измеренные для пуль Sierra на различных скоростях соответствуют различным форм-факторам, эффективно описывающим кривую сопротивления, имеющую форму, отличную от стандарта G1. На Рисунке 2.5 показана форма кривой сопротивления пули, составленной по множественным БК.

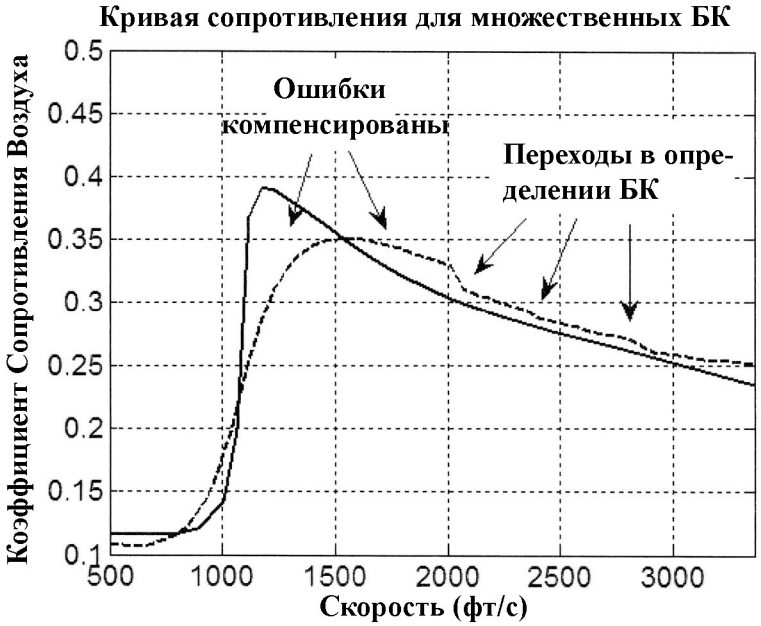


Рисунок 2.5. Пунктирная линия – это кривая сопротивления, построенная по множественным значениям БК, заявленным Sierra для их 142-грановой пули MatchKing. Непрерывная линия – реальная кривая сопротивления для этой пули.

Используя множественные значения БК, вы можете нарисовать кривую сопротивления, которая лучше соответствует сопротивлению для типичной дальнобойной пули. Вы можете видеть, где кривая сопротивления G1 была *подправлена* применением различных БК. Между 2000 и 1500 фт/с кривая сопротивления смоделирована чуть выше кривой G1, но ниже 1500 фт/с эти две кривые пересекаются, несколько компенсируя первую ошибку, обусловленную несоответствием кривых сопротивления.

Другой способ уменьшения последствий несовпадения кривых сопротивления воздуха и зависимости БК от скорости состоит в использовании БК, усредненного для широкого диапазона скоростей, типичного для дальних выстрелов. К примеру, на Рисунке 2.6 показано сравнение кривой сопротивления для пули, в которой используется БК, усредненный для скоростей от 3000 фт/с до 1500 фт/с. От 2000 фт/с и выше кривая сопротивления, представленная усредненным БК G1, проходит чуть выше, чем кривая сопротивления для реальной пули. Ниже 2000 фт/с ошибка быстро растет, но не настолько плохо, как могла бы, если бы БК был основан только на высоких скоростях полета.

Рисунок 2.6. Усредненная кривая сопротивления для дальнобойной пули, построенная для постоянного форм фактора G1. Пунктирная линия – представление G1 для дальнобойной пули (непрерывная линия).

Таким образом, существует несколько вариантов решений проблемы зависимости БК от скорости. Некоторые более точные, другие более удобные. Обычно применяемым способом является указание БК для высокой скорости, что позволяет производителям пуль представлять свои продукты в более выгодном для них свете, будучи *технически* неточными. В итоге БК если и точен, то только для высоких скоростей. Заявление БК для высоких скоростей не обязательно призвано вводить в заблуждение возможных клиентов. Тестовые мощности некоторых производителей позволяют измерять БК только на коротких дальностях (100 ярдов). В результате они получают БК, соответствующий высокоскоростному полету. Это не нечестность, просто если стрелок использует эти БК G1, основанные только на тестах, проведенных на коротких дальностях (высоких скоростях), он может рассчитывать на крупные ошибки в рассчитанных им траекториях на больших дальностях, когда пуля замедлится. Другими словами, *ваша пуля не попадет туда, куда укажет расчет с помощью компьютерной программы.*

При использовании БК, определенных в сегментах, решает проблему со скоростью путем исправления БК для каждого сегмента скоростей полета. Это решение может оказаться более точным, чем использование одиночного БК, потому что это позволяет вам эффективно *принудить* кривую сопротивления строиться в соответствии с измеренными значениями. Тем не менее, все еще очень трудно достичь хорошего соответствия на скоростях ниже 1500 фт/с, и результат представляет собой акт уравновешивания ошибок, что показано на Рисунке 2.5. Другим практическим недостатком решения с *БК для скоростных участков* является то, что многие стрелки-новички не понимают, зачем нужны множественные БК, и они не знают, какое значение использовать. Обычное недопонимание состоит в том, что стрелки считают, что эти скоростные участки считают соответствующими *дульной скорости*, и в результате для анализа ошибочно используется *одно* значение БК для высоких скоростей. Иначе говоря, стрелки, использующие только самое высокое значение БК из множества для разных диапазонов скоростей, будут испытывать те же проблемы с неточностью, что и в вышеуказанном случае (когда БК соответствовал только на высоких скоростях).

И последняя проблема, возникающая при использовании множественных БК, состоит в том, что многие баллистические программы не позволяют вводить множественные БК. Если у вас есть компьютерная программа, позволяющая вводить только одно значение БК, и вы моделируете *БК в диапазонах скоростей*, правильным решением будет усреднить завязанные на скорость значения БК для диапазона скоростей полета, который вас интересует, и ввести это единственное значение в программу. И тогда при использовании множественных БК возникает чисто математическая ирония. Суть использования форм фактора состоит в том, чтобы связать силу сопротивления для пули с *репрезентативным стандартом*, так чтобы силу сопротивления для пули можно было точно описать одним числом на всех скоростях. Выбор *нерепрезентативного стандарта* для описания форм фактора и БК аннулирует саму суть использования БК.

Множество ошибок, недочетов, недопониманий и неточностей в БК, в основном, обусловлены сложностью зависимости от скорости, существующей из-за того, что стандарт G1 не является репрезентативным для типичных дальнобойных пуль. *Все эти проблемы могут быть решены выбором более репрезентативного стандартного снаряда в качестве базиса для определения форм факторов и БК.* В оставшейся части этой главы я представлю такой альтернативный стандарт. Помните, то, как мы будем поступать теперь, не является серьезным изменением; здесь нет какого-то новейшего открытия, мы просто выбираем лучший способ использования существующего уровня развития техники.

Лучший стандартный снаряд для дальнобойных пуль

Заявленная цель этой книги – представить информацию по внешней баллистике так, чтобы стрелки могли использовать ее для достижения большего успеха в стрельбе на большие дальности. Сложности, возникающие при использовании зависящих от скорости БК, представляют большие возможности решения проблемы применением лучшей альтернативы.

До настоящего момента обсуждение баллистического коэффициента, в основном, состояло в объяснении зависимости БК от скорости. Мы поговорили о зависимости от скорости, возникающей при этом (G1), ее влиянии и о различных вариантах решения возникающей в результате проблемы. Это важно, потому что величина баллистического коэффициента пули является критическим числом для стрелков на большие дальности. Неопределенность и *туманная природа* эффектов скорости, окружающие классические связанные с G1 БК приводят к огромному количеству недопониманий, неточных выводов и неверных решений, возникающих в стрельбе на большие дальности. Но существует лучший способ. Он не сложен, это не самое последнее открытие в науке. Существующий уровень развития вполне достаточен для наших задач как стрелков на большие дальности. *То, что я хочу представить – это просто лучший способ использования текущего уровня развития.*

Вспомните определение форм фактора – множитель, связывающий сопротивление воздуха пуле с сопротивлением воздуха для стандартной пули, такой как уже обсужденный стандарт G1. Из-за несоответствия между типичными дальнобойными пулями и обычно применяемым стандартом G1, форм фактор изменяется в соответствии со скоростью, что в итоге приводит к постоянному изменению БК как на дульной скорости, так и далее, когда пуля замедляется в процессе полета. *Существует другие модели стандартных снарядов кроме G1, имеющие различные формы. Стандартный снаряд G7* имеет форму, очень похожу на форму современных дальнобойных пуль. В отличие от коротконосого с плоским донцем стандартного снаряда G1, стандартный снаряд G7 имеет длинный заостренный нос и боат-тэйл.

Наилучшим способом решения проблемы зависимости от скорости форм факторов и БК является привязка БК к более репрезентативному стандартному снаряду. На Рисунке 2.7 показаны стандартные снаряды G1 и G7. Понятно, какой из этих двух снарядов будет более репрезентативным для современных дальнобойных пуль.

Последствием того, что стандартный снаряд G7 имеет форму больше похожую на современные дальнобойные пули, кривая сопротивления воздуха для него будет очень похожа на кривую для современных дальнобойных пуль. *Так как стандартный снаряд G7 настолько близко соответствует современным дальнобойным пулям, форм фактор, основанный на стандарте G7 оказывается очень постоянным, и не сильно изменяющимся со скоростью.* К примеру, рассмотрим серую линию на Рисунке 2.7, эта серая линия представляет собой кривую сопротивления для современной дальнобойной пули. Наблюдается лишь очень небольшое различие между кривыми сопротивления для этой современной дальнобойной пули и стандартного снаряда G7. В результате, современная дальнобойная пуля будет иметь форм-фактор, очень близкий к 1.0, и очень постоянный в широком диапазоне скоростей, включая околозвуковые и дозвуковые.

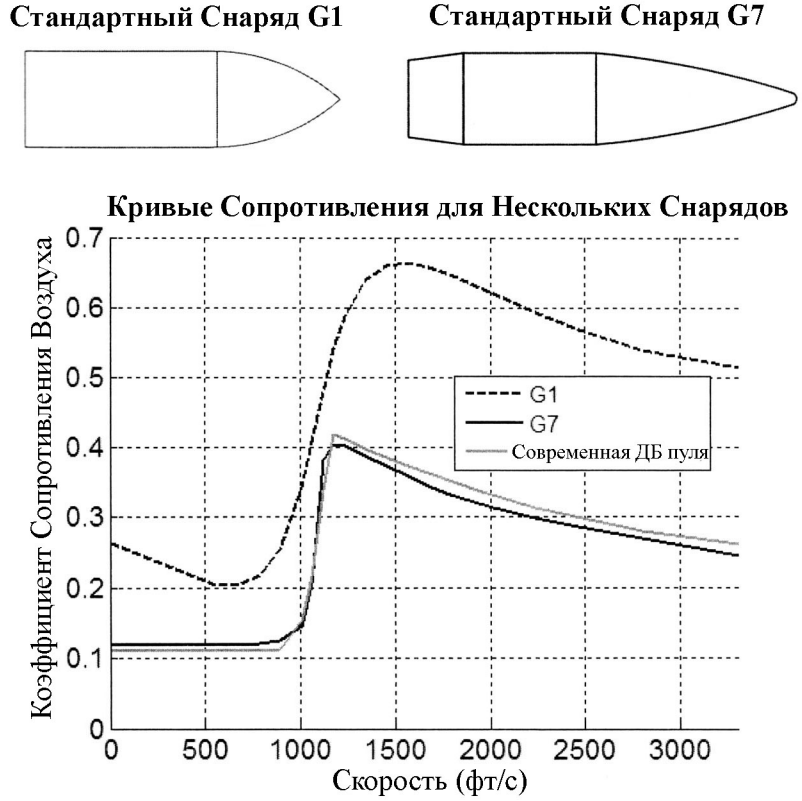


Рисунок 2.7. Кривые сопротивления воздуха для стандартного снаряда G1 в сравнении со стандартным снарядом G7. Стандарт G7 с низким сопротивлением намного более близок к сопротивлению для современных дальнобойных пуль.

Обратите внимание на то, насколько ниже расположена кривая сопротивления для более обтекаемого снаряда G7 в сравнении с G1. Это демонстрирует тот факт, что на одинаковых скоростях снаряд G1 испытывает почти вдвое большее сопротивление, чем G7. В дополнение к большой разнице в сопротивлении, формы кривых сопротивления (зависимость от скорости) для этих двух снарядов также сильно отличаются, особенно ниже 2000 фт/с.

На Рисунке 2.8 показаны некоторые данные по измеренному сопротивлению для 6-мм 90-грановой пуле Lapua Scenar. Точки данных, разбросанные по графику, получены в результате тестовых отстрелов и измерения реального сопротивления воздуха пулям, процесс которого будет обсуждаться позже в этой главе.

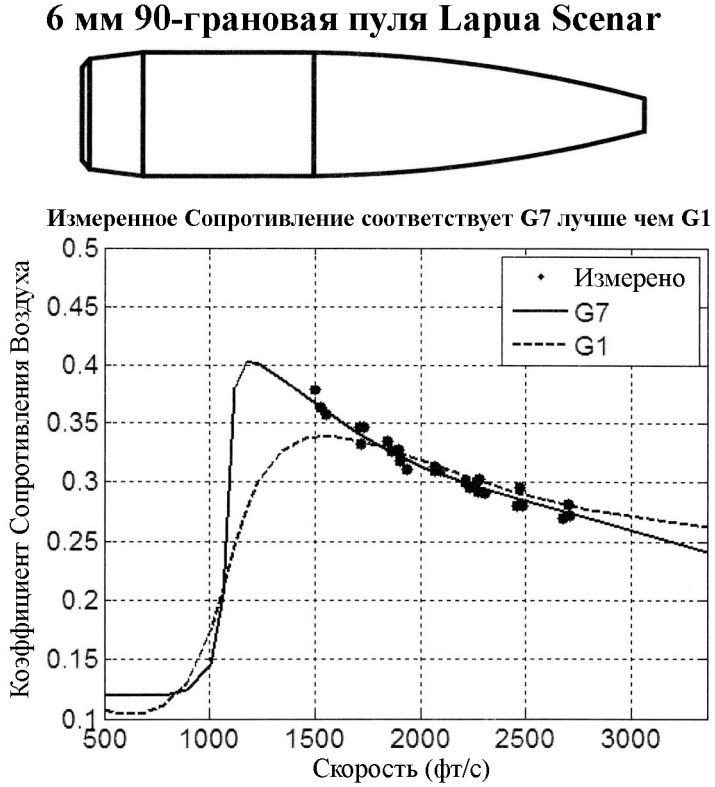


Рисунок 2.8. Измеренное сопротивления для типичной дальнобойной пули.

Здесь кривая сопротивления G1 (пунктирная линия) отмасштабирована по форм фактору около 0.5, чтобы она лучше соответствовала измеренному сопротивлению для этой пули. Характер распределения измеренных точек данных выше средней кривой сопротивления является нормальным. *То есть измеренные точки данных соответствуют кривой сопротивления G7 лучше, чем кривой сопротивления G1.* Это не должно стать для нас сюрпризом, так как эта пуля намного больше похожа по форме на стандартный снаряд G7, чем на стандартный снаряд G1. Для 6-мм 90-грановой пули Scenar измеренный форм фактор G1 варьируется от 0.489 до 0.551, что соответствует диапазону изменения примерно 12%. Если вы определите форм фактор относительно снаряда G7, то он будет варьировать от 0.991 до 1.009, то есть диапазон изменения менее 2%. Мы можем сделать два важных вывода из сделанных выше заявлений:

- Тот факт, что форм фактор G7 близок к 1.0, означает, что сила сопротивления для этой пули близка к сопротивлению для снаряда G7.
- Так как формы этих двух пуль (Lapua и стандартной G7) очень похожи, можно ожидать, что они будут иметь кривые сопротивления одинаковой формы, что приведет к тому, что БК не будет изменяться со скоростью.

И наиболее важный вывод:

Форм фактор и БК для типичной дальнобойной пули демонстрируют намного меньшую зависимость от скорости, если они привязаны к стандарту G7 вместо стандарта G1.

Вы можете убедиться в том, что 6-мм 90-грановая пуля Lapua Scenar имеет кривую сопротивления, действительно репрезентативную для современных дальнобойных пуль. Данные для более чем 175 пуль, протестированных подобным образом, представлены в конце этой книги. Кроме того, кривая сопротивления, построенная по различным для диапазонов скоростей БК, представленным фирмой Sierra, имеет похожую форму на кривую сопротивления для 6.5-мм 142-грановой пули MatchKing. Позже в этой Главе я приведу некоторые результаты тестов на Допплеровском радаре, проведенных фирмой Lapua. Измерения, выполненные с помощью Допплеровского радара, являются неоспоримым Кадиллаком за надежность измерения характеристик полета пули, и эти результаты очень отчетливо показывают, что сверхзвуковая кривая сопротивления воздуха типичным дальнобойным пулям лучше соответствует стандарту G7 чем стандарту G1. Я выделил экспериментальные результаты, чтобы показать, что профиль сверхзвуковой кривой сопротивления не является каким-то искусственным *жульничеством*, но объективной реальностью сопротивления воздуха сверхзвуковому полету пули.

Решение, которое я рекомендую для БК дальнобойных пуль, состоит в том, чтобы привязывать их к стандарту G7 вместо нерепрезентативного G1. При этом решается проблема зависимости от скорости и получаются более точные предсказания траекторий, а также более показательное сравнение характеристик. Использовать G7 БК намного проще, чем это может показаться, но есть некоторые трудности.

Прежде всего, переход со стандарта G1 на G7 означает, что числовое значение БК будет иным. К примеру, пуля, имеющая G1 БК 0.500, будет иметь G7 БК, близкий к 0.260. Пуля, понятно, остается той же самой, но если вы определите ее форм фактор, используя другой стандарт, его значение будет другим. Это означает, что G7 БК будут *неизвестными*, пока вы не начнете использовать их. БК до сих пор привязывались исключительно к стандарту G1, и к этому мы привыкли. То есть, я говорю, что понадобится некоторое время, чтобы привыкнуть к БК, основанным на другом стандарте.

Вторая трудность состоит в том, что многие баллистические программы принимают только БК, основанные на G1. Если вы введете G7 БК в баллистическую программу, не указав о том, что это G7 БК, программа просто воспримет его как G1 БК, и результаты окажутся очень неточными. Программа должна позволять правильно использовать G7 БК. Программа по расчету баллистики, включенная в комплект этой книги, позволит решить эту проблему, так как она позволяет вам использовать БК, привязанные как к стандарту G1, так и к стандарту G7.

Третьей серьезной трудностью, возникающей при переходе к новому стандарту является то, что производители пуль в настоящее время не предоставляют G7 БК для своих пуль. Это еще одна проблема, которая решена в данной книге. В конце книги приведены экспериментально измеренные данные по сопротивлению воздуха и БК, связанным с обоими стандартами G1 и G7 для более 175 современных дальнобойных пуль. Более того, я представлю метод моделирования, который позволит вам рассчитывать очень точно форм фактор G7 и БК для пуль, не включенных в мой набор.

Используя точно измеренные БК, связанные с репрезентативным стандартом, вместе с программным обеспечением, требуемым для их использования, вы сможете моделировать траектории до больших дальностей намного более точно, чем можно генерировать такие траектории с использованием нерепрезентативных G1 БК со свойственной им проблемой зависимости от скорости.

Пример 2.1

В этом примере мы рассмотрим 6-мм 90-грановую пулю Lapua Scenar, представленную ранее. Я выбрал эту пулю потому, что существует несколько источников экспериментальных данных, согласующихся друг с другом, а также хорошо совпадающих со стандартной кривой сопротивления G7. По этим причинам мы можем рассматривать предсказания траектории, сделанные с использованием G7 БК *правдивыми* данными. Мы сравним правдивые данные с предсказаниями, основанными на нескольких представлениях G1 БК.

Первым шагом будет расчет двух типов БК с использованием веса пули, калибра и форм-фактора. Средний форм фактор G7 для этой пули составляет 0.999, и привязанный к G7 баллистический коэффициент равен:

$$\acute{A}\hat{E}_7 = \frac{90/7000}{.243^2 \cdot 0.999}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) = 0.218\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

Нижний индекс 7 при БК указывает на то, что это БК, привязанный к стандарту G7.

Теперь мы рассчитаем два БК, привязанных к стандарту G1. Первый будет соответствовать высокой скорости (3000 фт/с), а второй – средним скоростям от 3000 фт/с до 1500 фт/с. Измеренный форм фактор G1 для этой пули на 3000 фт/с составляет 0.489, поэтому G1 BC на 3000 фт/с будет равен:

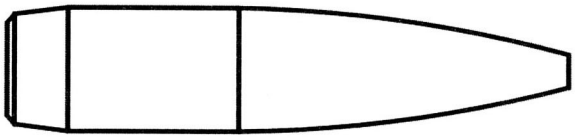
$$\acute{A}\hat{E}_1 = \frac{90/7000}{.243^2 \cdot 0.489}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) = 0.445\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

Теперь давайте рассчитаем средний G1 БК для этой пули для диапазона скоростей от 3000 фт/с до 1500 фт/с. Средний форм фактор G1 равен 0.512, поэтому средний G1 БК равен:

$$\acute{A}\hat{E}_1 = \frac{90/7000}{.243^2 \cdot 0.512}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) = 0.425\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

На Рисунке 2.9 показаны результаты предсказанных траекторий, рассчитанных с использованием БК, которые мы только что рассчитали.

6мм 90-грановая Lapua Scenar



	G7 БК	Высокоскорост. G1 БК	Средний G1 БК
Значение БК	0.218	0.445	0.425
Рассчетное понижение	-333”	-325”	-338”
Рассчетная скорость	1190 фт/с	1276 фт/с	1227 фт/с

Рисунок 2.9. Расчетные траектории на 1000 ярдов, полученные из БК различных типов. Понижение рассчитано относительно 100-ярдового нуля.

Для G1 БК, привязанного к высокой скорости, видна ошибка в -8″ в рассчитанном понижении для пули на 1000 ярдов и +86 фт/с ошибка в остаточной скорости в сравнении с расчетом, сделанным с применением G7 БК. Эта ошибка в рассчитанной остаточной скорости важна для стрелков на большие дальности, потому что вам нужно знать о том, на какой дальности пуля переходит звуковой барьер (около 1200 фт/с; подробнее обсудим это в Главе 10). G7 БК прогнозирует намного меньшую остаточную скорость, чем G1 БК. В соответст-

вии с расчетом, сделанным на базе G1, можно подумать, что пуля достигает 1000 ярдов с достаточной скоростью, тогда как в реальности она прилетает на скорости гораздо менее комфортной. Теперь рассмотрим расчет траектории, сделанный на базе среднего G1 БК. Это прогноз дает +5″ ошибки траектории и +37 фт/с ошибки скорости. Эта ошибка меньше, чем для высокоскоростного G1 БК, но это ошибка, полностью устраняемая при использовании G7 БК.

Еще нужно отметить в отношении использования форм факторов G7 то, что они близки к 1.0, и поэтому позволяют получать БК, близкие к *поперечной нагрузке* пуль. Поперечная нагрузка равна весу пули (в фунтах), деленному на ее калибр в квадрате. Другими словами, поперечная нагрузка – это БК *без* форм фактора. Поперечная нагрузка пули часто считается потенциальной характеристикой пули, отвечающей за то, как она *пробивает свою цель.* Удобно, когда при делении поперечной нагрузки на форм фактор сопротивления пули получается *БК* пули, который является мерой того, насколько хорошо пуля *пробивает воздух.* Пули, имеющие форму, близкую к стандарту G7, будут иметь форм-фактор, близкий к 1.0, и это означает, что они будут иметь G7 БК, близкие к значениям их поперечных нагрузок. Пули с *более высоким сопротивлением*, чем стандарт G7, будут иметь форм фактор, *больший чем 1.0,* и их G7 БК будут *меньшими чем их поперечные нагрузки.* Точно так же, пули с *меньшим сопротивлением,* чем стандарт G7, будут иметь форм факторы, *меньшие 1.0,* и G7 БК, которые будут *превышать их поперечные нагрузки.* 90-грановая Lapua Scenar, использовавшаяся в этом примере, имеет форм-фактор, очень близкий к 1.000 (то есть, равный 0.999). Поперечная нагрузка для этой пули равна:

$$SD = \frac{90/7000}{.243^2}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) = 0.218\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

Вы можете получить G7 БК легко из поперечной нагрузки, просто поделив поперечную нагрузку на форм фактор G7:

$$\acute{A}\hat{E}_7 = \frac{SD}{0.999}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) = 0.218\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

В данном случае, форм фактор пули настолько близок к 1.000, что поперечная нагрузка и БК равны в пределах ошибки округления.

Предыдущий пример показал ошибки, которые вы можете ожидать при использовании БК, привязанных к неверному стандарту. Еще большая ошибка возникает при использовании БК, основанных на неправильном стандарте, *плюс* неточных по значению. К примеру, G1 БК для 6-мм Lpua Scenar, указанные в предыдущем примере, были основаны, как минимум, на точно измеренных данных. Тем не менее, некоторые компании-изготовители пуль рекламируют G1 БК, измеренные неточно (если они вообще их измеряли), и в результате они не только не точные, но и не совпадают друг с другом. Другими словами, экспериментальные данные по БК, приведенные в этой книге, решают две проблемы:

- Во-первых, БК эти привязаны к стандарту G7, что решает проблему вариаций со скоростью, и
- Все БК были измерены с использованием идентичной методологии, позволяющей получать результаты с точностью +/- 1% при повторных тестах

Сравнение моих измеренных тестовых данных с заявленными производителями БК выявляет широкий диапазон ошибок, в некоторых случаях превышающих 15% или более в обоих направлениях. Как стрелку, мне очень трудно рассчитывать правильные траектории с использованием G1 БК, страдающих от скоростных вариаций *и* к тому же, неточных. Это

приводит нас к следующей части данной главы, в которой описывается то, как были измерены БК, приведенные в конце этой книги.

Измерение Баллистического Коэффициента

Так как БК является настолько важным и фундаментальным мерилом баллистических качеств, должен же быть какой-нибудь стандартный тест для его определения, ведь так? На самом деле, методики экспериментального определения БК столь же различны, сколь различны ресурсы и фантазии различных компаний, производящих пули. И просто для полноты картины я кратко опишу некоторые наиболее часто применимые способы экспериментального определения БК.

Наверное, самым простейшим способом получения БК является использование наблюдаемого понижения пули на различных дальностях. Если вы измерите: дульную скорость, дальность до цели, атмосферу, и будете иметь известный ноль на какой-то дальности, вы сможете (теоретически) определить БК пули, основываясь на ее понижении. Как и в случае с многими другими вещами, простейший способ обычно является наименее точным. ***Самой крупной проблемой с этим методом является способность винтовки точно группировать выстрелы.*** К примеру, если вы измеряете понижение более чем на 600 ярдах, то вы получаете около 0.4″ разницы в понижении для каждого 1% разницы в БК. Другими словами, если вы не можете найти *реальный центр вашей группы* с точностью +/- 0.4″ на 600 ярдах (что очень маловероятно), вы не сможете измерить БК с точностью +/- 1% основываясь на понижении. Та же логика применима к любой дальности, и это самое крупное разочарование, связанное с этим методом. Конечно же, вы можете найти приблизительный БК, но производители пуль уже привели приблизительные значения. Если вы собираетесь точно измерить БК, то метод понижения просто недостаточно хорош для вас.

Наиболее очевидным и популярным методом измерения БК является отстрел через два хронографа, расположенных на известном расстоянии друг от друга. Если сделать все точно и аккуратно, этот метод дает высокие шансы на получение точных и однозначных результатов. Самой крупной проблемой, связанной с этим методом, является его практичность. Я имею в виду, что анализ ошибок показывает, что хронографы должны быть расположены как можно дальше друг от друга. Тогда реальное понижение скорости пули будет большим в сравнении с разрешением хронографов. К примеру, если расположить хронографы в 50 ярдах друг от друга, это не будет работать хорошо, потому что пуля потеряет всего 100 фт/с на 50 ярдах. Если хронографы имеют точность всего +/- 5 фт/с, то вы получите большую ошибку в измерении БК.

Для того чтобы снизить неопределенность, вам нужно иметь большое пространство между хронографами, чтобы снижение скорости пули было относительно большим в сравнении с возможной ошибкой хронографа. Поместив их на расстоянии 300 ярдов, вы будете иметь около 450 фт/с уменьшения скорости, и все еще те же самые +/- 5 фт/с неопределенности в результатах хронографа. Это позволит получить приемлемые результаты. Тем не менее, практическая проблема этого решения состоит в том, что ***раньше или позже вы подстрелите этот хронограф, установленный в поле,*** особенно если вы захотите протестировать много различных пуль. Вы можете иметь точность, достаточную для *нарезания резьбы на иголке,* в вашем любимом целевом заряде, но что если вы захотите протестировать 10 различных пуль, и все они будут иметь различные дульные скорости и точки пристрелки? Становится исключительно трудно пропустить каждый выстрел через окно оптических сенсоров хронографов. Конечно же, есть вариант сборки более крупных сенсоров хронографа, в которых используются не оптические сенсоры. Несколько людей использовали этот метод успешно, измеряя скорости на больших дальностях в прошлом. Если все сделано должным образом, этот метод может оказаться очень успешным.

Когда Правительству/военным нужно измерить силу сопротивления снарядам стрелкового оружия, они разворачивают радарную установку. Патроны отстреливаются и сопровождаются радаром до очень больших дальностей, и если радар откалиброван правильно, то

исходя из этих очень точных данных по сопротивлению, можно получить очень точные траектории с шагом всего в 1 фут при желании. ***Главная проблема с этим решением – это стоимость и доступность.*** Дядюшка Сэм не будет разворачивать радар для каждого, даже если этот каждый готов раскошелиться. Вам просто нужно быть знакомым с кое-кем, и оказаться в правильном месте в правильное время, если вы хотите получить данные с радара для спортивных пуль. Другая проблема состоит в том, что данные с радара весьма объемны. Я видел необработанные данные с этих тестов, и они, мягко говоря, избыточны. Нужно потратить очень много времени и опыта, чтобы использовать результаты всего лишь одного выстрела, и, вообще говоря, все эти детали просто не нужны. Для пуль стрелкового оружия, не управляемых или не имеющих движителя, нет нужды иметь данные для каждого фута траектории. Если вы просто пытаетесь измерить БК, более чем достаточно иметь данные для каждых 100 ярдов. Более важными будут точность и воспроизводимость этих данных. Lapua недавно опубликовали некоторые данные с Допплеровского радара для некоторых своих пуль. Позже в этой Главе мы сравним измеренные мной данные с данными, полученными на Допплеровском радаре для некоторых пуль Lapua.

В следующем разделе я опишу оборудование, процедуры, результаты и неопределенности, связанные с техником измерения БК, разработанной мной.

Описание Моего Процесса измерения БК

Основная идея моей тестовой процедуры состоит в том, чтобы измерить дульную скорость пули и время полета в нескольких (от 3 до 5) точках полета пули к мишени. Затем используется специальная баллистическая программа для нахождения результирующего сопротивления в наблюдаемые моменты времени полета, исходя из измеренной дульной скорости и атмосферных условий.

Для обнаружения *щелчка* от прохождения пули, летящей на сверхзвуке, использовались акустические датчики и беспроводные передатчики, так что данный метод тестов работает только на сверхзвуковой части траектории.

Основным преимуществом акустических датчиков над оптическими является расстояние. Оптические датчики работают только на коротких расстояниях, и они нуждаются в подходящем фоне (диффузоре) для правильной работы. И это опять же ставит стрелка перед трудностью стрельбы через малое окно. Акустические датчики, наоборот, могут обнаруживать громкий сверхзвуковой щелчок, создаваемый пулей, с расстояния десятков футов. Это делает их намного более практичными датчиками для определения пролета пуль на больших дальностях.

Датчики эти располагались с интервалами в 200 ярдов. Расстояние от траектории полета пули до датчиков должно быть известным с хорошей точностью, чтобы можно было учесть задержку во времени, возникающую при прохождении звука от пули до микрофона.

Необработанными тестовыми данными является звуковой файл для каждого выстрела, имеющий пики с интервалами в 200 ярдов для полета пули от дульного среза до мишени. Моменты времени, связанные с этими пиками, вводятся в специальную баллистическую программу, разработанную для тестирования диапазона значений сопротивлений воздуха до тех пор, пока предсказанные времена полета не будут соответствовать временам для каждого интервала. ***Преимущество использования нескольких времен полета состоит в том, что оно позволяет вам определить уникальную форму кривой сопротивления для каждой пули, летящей к мишени.*** Этого невозможно добиться, если вы измерите только полное время полета пули на одной дальности. Если вы знаете сопротивления для пули на всех скоростях, вы можете определить, какая стандартная функция сопротивления (G1, G7 и т.д.) лучше всего соответствует данной конкретной пуле, и как БК изменяется со скоростью.

Фундаментальные Источники Погрешностей Измерений

Мой стандарт измерения БК составляет ошибку +/-1% или менее. Для того, чтобы сделать это, все погрешности измерений, составляющие процесс, должны быть сведены к

абсолютному минимуму. Каждая из следующих категорий погрешностей (ошибок) измерений влияет на измеренные значения сопротивления и баллистический коэффициент, и будет рассмотрена отдельно:

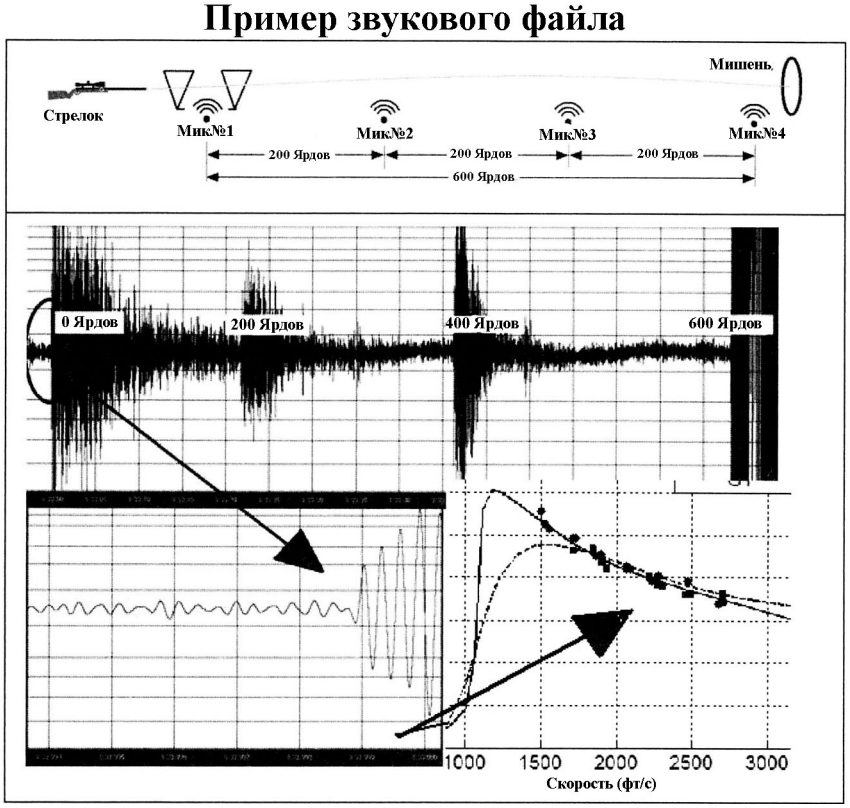


Рисунок 2.10. В этом примере аудиофайла пики указывают на моменты прохождения пулей каждого из 4 акустических датчиков. Увеличив пики с помощью специального программного обеспечения, предназначенного для обработки аудиофайлов, можно найти время полета с большой точностью.

1. Дульная скорость
2. Расстояние от хронографа до микрофонов
3. Время полета до микрофонов
4. Плотность воздуха

Неопределенности с Дульной Скоростью

Измерение дульной скорости пуль – это то, с чем большинство серьезных стрелков знакомо. Также хорошо известно, что не все хронографы созданы одинаковыми. На начальных стадиях моих тестов я использовал хронограф Oehler Модель 35 с расстоянием между экранами 8 футов для измерения дульной скорости. Большее расстояние между экранами предпочтительно, потому что обычно оно обеспечивает лучшую точность. К примеру, если у вас ошибка в 1/32″ в расстоянии между экранами, удаленными друг от друга на 2 фута, измеренная скорость не будет совпадать с реальной примерно на 47 фт/с для пули, летящей со скоростью 3000 фт/с. Тем не менее, та же ошибка в 1/32″ расстоянии между экранами, приведет всего лишь к 11 фт/с ошибки в скорости, если экраны расположены на расстоянии 8 футов.

После пары лет перетаскиваний этого Oehler с его 8-футовой направляющей, я начал думать о других возможных вариантах. Хронографы CED Millenium приобрели популярность, а Oehler больше не делают хронографы. Поэтому я купил CED, но прежде чем использовать его для серьезных тестовых работ, я сравнил его с 8-футовым Oehler. Меня порадовала компактность CED, но я сомневался в точности/воспроизводимости 2-футового располо-

жения экранов. Для того, чтобы протестировать CED, я установил его в тандем с Oehler, и отстрелял через оба несколько выстрелов. Скорости, измеренные обоими приборами, совпали с точностью 8 фт/с. Повторив этот тест несколько раз, я приобрел уверенность в том, что CED способен показывать такую же воспроизводимость и точность, что и большой Oehler. Более того, CED оснащается инфракрасными экранами, которые эффективно делают прибор невосприимчивым к ошибкам, обусловленным внешним освещением.

Заявленная точность для обоих хронографов, использовавшихся в моих тестах, находится в пределах приемлемой неточности для достижения желаемой точности измерений БК. Другими словами, допустимо около 10 фт/с ошибки в измерении дульной скорости, чтобы вызвать 1% ошибки в измеренном БК на тех дальностях, на которых я проводил тесты. Для обоих хронографов заявлена точность +/- 3 фт/с, что адекватно для моих целей. Более того, почти идеальная согласованность между двумя приборами обнадеживала.

Неопределенность с Дальностью

Дальность, на которой располагались акустические датчики на стрельбище, должна быть известна с высокой степенью точности. Мои акустические датчики способны разрешать 0.0005 секунды (1/2 миллисекунды). Двигаясь на скорости 2600 фт/с, пуля покрывает 1.3 фута за это время. Таким образом, чтобы использовать все преимущество акустических датчиков на всех скоростях полета пули, дальность должна быть известна с точностью +/- 1.3 фута. Для того, чтобы добиться такого уровня точности в измерении дальности, использовались два инструмента. Первый инструмент – 300-футовая измерительная лента, которая позволила измерять дальности, промеряя последовательные отрезки. Затем дальность перепроверялась с помощью лазерного дальномера *Nikon Monarch Gold Laser 1200.* Оба метода измерения использовались всегда, кроме случаев, когда рельеф местности не позволял использовать измерительную ленту, и в этом случае использовался только лазерный измерительный прибор.

Заявленная точность лазерного дальномера составляет +/- 0.5 ярда (1.5 фута). Точность измерительной ленты несколько лучше, но все зависит от того, насколько аккуратно ей пользоваться. Достаточно иметь неопределенность по дальности +/- 4 фута на 600 ярдах, чтобы это вызвало ошибку в +/- 1% в измерении БК. С теми инструментами и практиками, которые применял я для измерения дальности, я уверен, что измерял дальности с половиной этой ошибки (+/- 2 фута на 600 ярдах). Таким образом, погрешность определения дальности укладывалась в приемлемый коридор ошибки.

Неопределенность со Временем Полета Пули

Время полета пули, использовавшееся для расчета БК, определялось из записанных аудио файлов, и оно могло быть определено с ограниченным разрешением. При использовании того акустического оборудования и программного обеспечения, которое применял я, прохождение пули я мог измерять датчиками с точностью в пределах +/- 0.5 мс (+/- 0.0005 секунды). Даже с коротким интервалом дальности в 200 ярдов, эта неопределенность в результирующем времени не превышала +/- 1% ошибки в измеренном БК. Таким образом, ошибка в измерении времени полета находилась в коридоре приемлемых ошибок.

Неопределенность с Плотностью Воздуха

Значение измеренного БК прямо пропорционально плотности воздуха, поэтому очень важно измерять свойства атмосферы на месте теста в разное время в течение дня по мере прогресса теста, и когда свойства атмосферы меняются. Для слежения за температурой воздуха, давлением и влажностью использовался Kestrel 4000. Плотность воздуха и скорость звука рассчитывались исходя из этих параметров. В соответствии с заявленными для Kestrel 4000 характеристиками на температуру, давление и влажность, он позволяет измерять плотность воздуха и скорость звука с неопределенностью менее чем +/- 1%. Примечание: хотя атмосферные условия были различными для каждого из моих тестов, значения БК, заявленные в этой книге, все были исправлены на стандартные условия ICAO на уровне моря.

Обобщение Результатов Анализа Неопределенностей

Данный анализ неопределенностей (погрешностей) был проведен для того, чтобы показать основные источники погрешностей, имеющихся в тестах по измерению БК подобного рода. Этот анализ был проведен как упражнение, чтобы показать *примерно,* насколько точно необходимо измерять каждую переменную. Реальный тест точности измерений проводился, когда тест выполнялся множество раз. Если одну и ту же пулю промерить в множестве тестов, и измерять БК всегда с одной и той же точностью +/- 1% каждый раз, тогда будет достигнута желаемая воспроизводимость результата. ***Такой уровень воспроизводимости был достигнут много раз с различными пулями.*** На самом деле, каждый раз, когда я проводил раунд тестовых отстрелов для измерения БК, несколько пуль пришлось протестировать повторно, чтобы сравнить с историческими тестовыми данными. Это одна из диагностических мер, применявшихся для гарантирования воспроизводимости процесса. Если бы была ошибка более чем в +/- 1% в измеренных БК для пуль, я знал бы, что существует проблема, и я не продолжил бы экспериментов, пока эта проблема не была бы идентифицирована и исправлена.

Тот факт, что тесты воспроизводимы, является подтверждением их *кучности*, но он ничего не гарантирует в плане *точности.* Тесты могут быть воспроизводимыми, но быть постоянно неточными на какую-то величину по какой-то неизвестной причине. Существует несколько способов проверки *точности* измерений. Первый способ – это сравнить эти измерения с другими измерениями для тех же пуль, если известно, что они верны. Наилучшие измерения сопротивления пуль из известных выполнены на Допплеровском радаре. Lapua опубликовали результаты тестов на Допплеровском радаре для некоторых своих пуль. На следующих Рисунках представлено сравнение измеренных мною сопротивлений воздуха с результатами измерений сопротивлений, выполненных на Допплеровском радаре, для некоторых пуль Lapua.

Как вы можете видеть на Рисунке 2.11, измеренные точки данных, полученные во время моих акустических тестов, лежат (в среднем) непосредственно на кривой сопротивления воздуха, измеренной на Допплеровском радаре. Более того, кривая сопротивления воздуха для этой пули была измерена Допплеровским радаром для всего диапазона скоростей, и было найдено почти идеальное соответствие с кривой сопротивления воздуха стандарта G7 почти для всей кривой на скоростях выше 1000 фт/с. Ниже 1000 фт/с, вы можете видеть, что сопротивление воздуха существенно отклоняется от стандартной кривой сопротивления G7. Я полагаю, что это обусловлено тем, что пуля становится нестабильной и начинает кувыркаться во время своего полета, что вызывает намного более поднятую кривую сопротивления на скоростях ниже скорости звука. Кривая сопротивления G7, показанная на Рисунке 2.11, была отмасштабирована по форм фактору 1.164 для того, чтобы соответствовать измеренному сопротивлению для этой пули.

Чтобы подтвердить природу экспериментальных точек данных, они всегда должны иметь какой-то разброс. Для данной конкретной пули (Измеренные Литцем) данные по сопротивлению покрывают не слишком широкий диапазон скоростей. Тем не менее, приведя в соответствие кривую сопротивления G7 с измеренными точками данных (с форм фактором 1.164), мы можем точно предсказать сопротивление на более высоких и низких скоростях, на что указывают данные измерений на Допплеровском радаре. Если бы измеренные мною точки данных были бы использованы для масштабирования кривой G1 вместо G7, то экстраполированная кривая сопротивления оказалась бы неточной на более высоких и более низких скоростях.

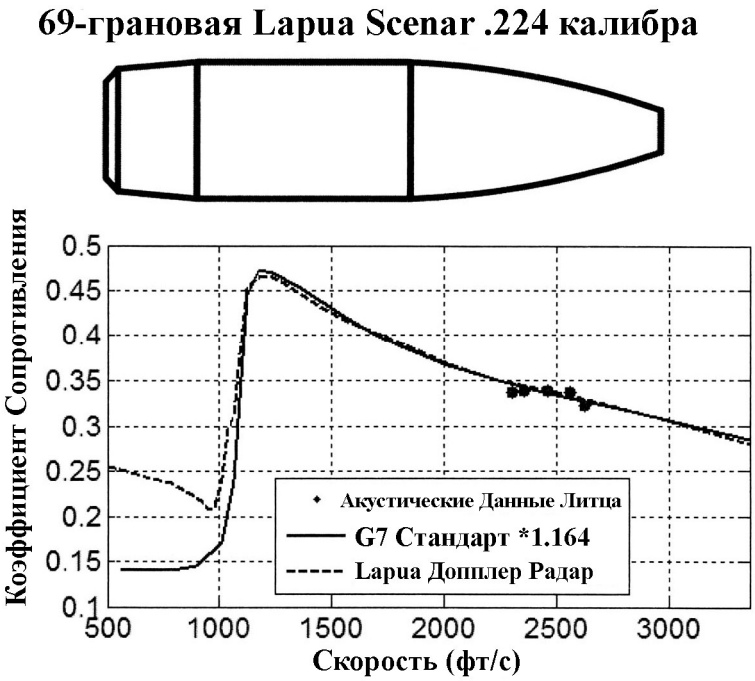


Рисунок 2.11. Мои акустические измерения сопротивления в сравнении с данными, измеренными фирмой Lapua на Допплеровском Радаре.

Следующая пуля уже была в поле зрения нашего анализа в начале этой главы. На Рисунке 2.12 показано, как мои акустические измерения сопротивления на сверхзвуке сравнимы с данными с Радара Лапуа. Кроме того, как и в случае с 69-грановой пулей Scenar .224 калибра, эта пуля демонстрирует почти идентичное совпадение с кривой сопротивления G7 на сверхзвуковой скорости.

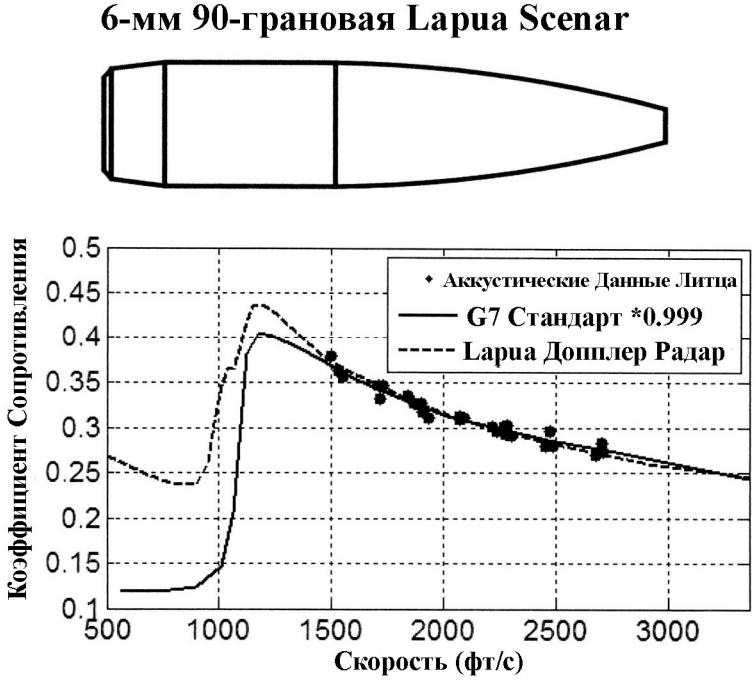


Рисунок 2.12. Данные моих акустических измерений в сравнении с измерением сопротивления на Допплеровском Радаре Lapua.

Вы можете заметить, что ниже 1500 фт/с измеренное Доплером сопротивление начинает подниматься чуть выше стандартной кривой сопротивления G7. Это случается либо по-

тому, что это реальное сопротивление пуле, летящей идеально носиком вперед, *или* сопротивление поднято потому, что пуля начинает лететь с некоторой степенью *конусообразного движения*, возможно, обусловленного наведенной динамической нестабильностью, связанной с тем, что пуля приближается к скорости звука. На скорости около 1100 фт/с (очень близкой к скорости звука), измеренное Доплеровским радаром сопротивление резко возрастает, что соответствует катастрофической болтанке. Поведение пули ниже сверхзвуковой скорости интересно, но редко возникает, так как мы пытаемся сохранять наши пули на сверхзвуке на всем их полете. Чуть глубже природу динамической стабильности на околозвуковых скоростях полета мы рассмотрим в Главе 10, посвященной стабильности.

Следующей пулей будет 155-грановая Lapua Scenar .308 калибра. Точки данных акустических тестов *Литца* – это комбинация двух отдельных тестов, проведенных с этой пулей. Точки данных для этих двух тестов совпали настолько хорошо, что были практически неразличимы.

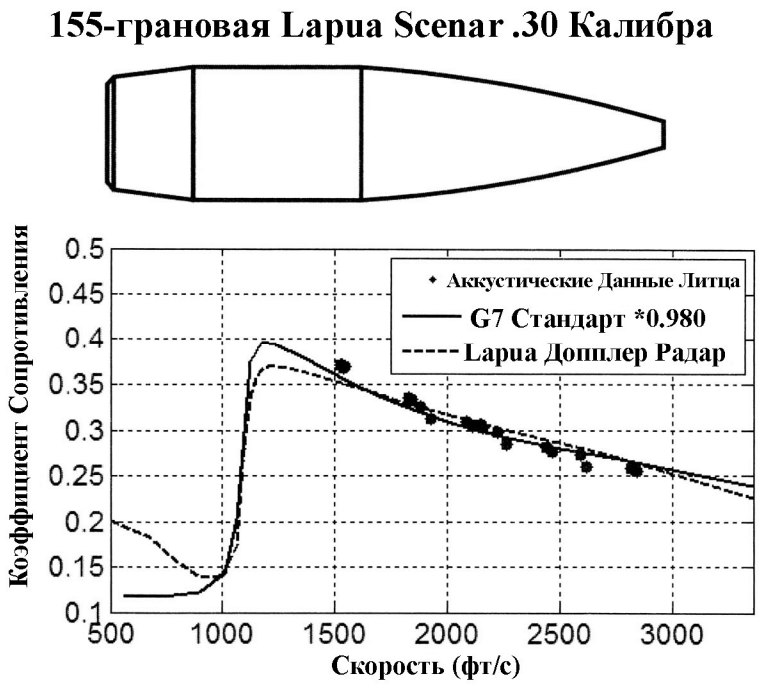


Рисунок 2.13. Измеренные мной акустические данные в сравнении с результатами измерений на Допплеровском Радаре.

Последней пулей, сравнение для которой я представлю, будет 185-грановая .308 калибра Full Metall Jacket Boat Tail (FMJBT), имеющая обозначение D46 у Lapua. Эта пуля имеет уникальную особенность – боаттэйл уменьшенного диаметра. Детальный анализ боаттэйлов уменьшенного диаметра представлены в Главе 16. А пока просто обратите внимание на то, что присутствие боаттэйла уменьшенного диаметра никак не ухудшает соответствие этой пули кривой сопротивления стандарта G7. Соответствие почти идеальное.

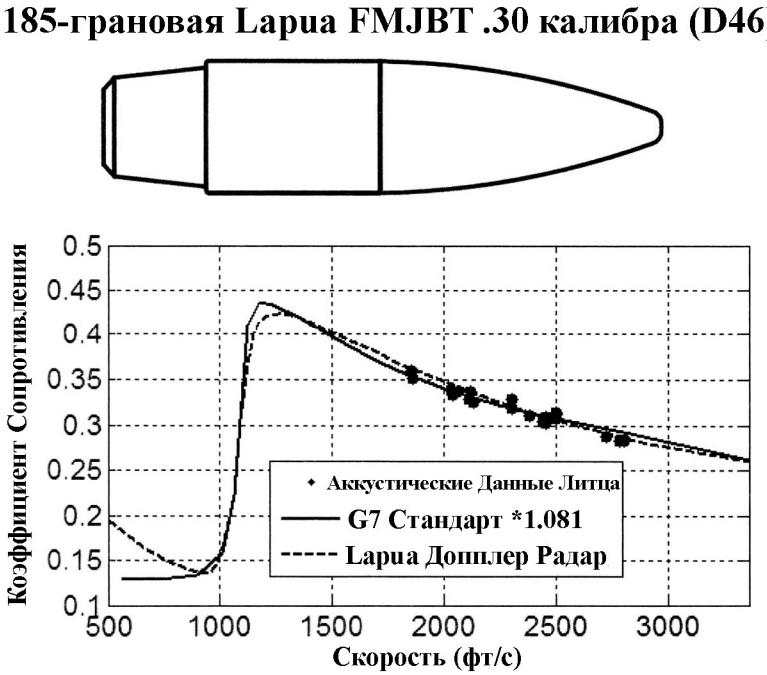


Рисунок 2.14. Данные моих акустических измерений в сравнении с результатами измерений на Допплеровском Радаре.

Заключение

Это одна из самых важных глав в книге, потому что трудности, окружающие баллистический коэффициент и преимущества, возникающие при привязке его к стандартному снаряду G7, находят слабое понимание в сообществе стрелков на большие дальности. *Я искренне надеюсь, что эта книга запустит естественное и радикальное изменение образа мышления в промышленности стрелкового оружия, когда БК G7 будут приняты производителями пуль и стрелками в качестве стандарта для дальнобойных пуль.* В этом изменении столько всего хорошего, что я сомневаюсь в том, что это изменение не произойдет. Это лишь вопрос времени, когда коллективные массы осознают гандикап, возникающий от использования БК, связанных со старым стандартом G1. До того, как появились современные классные высококачественные стрелковые компоненты (лазерные дальномеры, прецизионная оптика, штучные стволы, первоклассные пули и т.д.), ошибки, связанные с использованием неправильного стандарта сопротивления воздуха затенялись другими более серьезными ошибками. Мы достигли точки, когда попадания по малым целям на больших дальностях оказались возможными с имеющимися компонентами, но мы ограничены в наших способностях рассчитывать траектории точно.

В представленном анализе неопределенностей была объяснена процедура моих экспериментов по измерению БК. БК, измеренные с использованием этой процедуры, оказались воспроизводимыми в пределах +/- 1% ошибки. Экспериментально полученные данные для пуль, приведенные в конце этой книги, являются самым обширным и точным собранием измеренных БК из когда-либо собранных для современных дальнобойных пуль. Эти данные были использованы в качестве фундамента для всех анализов баллистических характеристик, представленных в этой книге, и совместно с включенной баллистической программой, могут быть использованы для выполнения бесчисленных других оценок баллистических характеристик, результаты которых будут иметь беспрецедентную степень точности и необходимости для нужд стрелков на большие дальности.

Глава 3: Гравитационное Понижение

Понижение пули – самая фундаментальная проблема во внешней баллистике. Если стрелку из винтовки выдается шанс попасть в удаленные мишени, он должен полностью осознавать механизм понижения пули, обусловленного силой тяжести. Оставаясь в духе этой книге, я избегу приведения длинных формул и продолжу приводить основные понятия, которые помогают стрелкам поражать цели на больших дальностях. Необходимо отметить, что эта глава больше подходит охотникам или стрелкам, стреляющим на большие дальности в поле, где дальность до целей изменяется или неочевидна. Эффекты понижения пули мало волнуют обычных стрелков по мишеням, будь то бенчрест, F-класс или хайпауэр дисциплины.

Причина, по которой стрелки по мишеням не заботятся о понижении пули, состоит в том, что дальность до мишени всегда известна. Как только установка прицела для конкретной линии дальности определена, она всегда остается практически одинаковой. Стрелкам по мишеням нужно только примерно оценить понижение, чтобы попасть в бумагу первым выстрелом. После этого используются пристрелочные выстрелы для приведения группы к центру, а затем отстреливается *зачетная серия*. То есть я говорю, что изучение тонкостей понижения пули не является необходимостью для успешного ИД (на Известную Дальность) стрелка по мишеням. С другой стороны, охота на большие дальности или любой другой вид стрельбы, выполняемой на не фиксированные дальности – это совсем другое дело. При таком типе стрельбы пристрелочных выстрелов не бывает. Первый выстрел должен быть точным. Это образует исключительно высокий спрос для стрелка на понимание траектории его пули, чтобы он мог попасть первым своим выстрелом туда, куда он должен прилететь.

В этой главе я объясню некоторые фундаментальные основы, связанные с баллистической траекторией, которые позволят стрелкам оценивать достоинства определенного патрона для данного применения. Это не та глава, в которой описывается то, как рассчитывать траекторию. Глава 8 содержит инструкции о том, как работать с приложенной баллистической программой. А сейчас мы просто поговорим об общих понятиях, применимых к любой траектории.

Дальность Прямого Выстрела

Лучше всего дальность прямого выстрела (ДПВ) можно объяснить рисунком. На Рисунке 3.1 показана траектория с дальностью прямого выстрела по 5″ мишени, что является типичным размером цели для варминт охотников. На словах, ДПВ определяется как ***дальность, на которой траектория остается в пределах заданной площади мишени.*** Вы можете видеть на Рисунке 3.1, что траектория остается в пределах +/- 2.5″ от линии прицеливания до чуть более 250 ярдов. На дальность прямого выстрела влияет высота установки оптического прицела над стволом. Наличие более высокого крепления для оптического прицела увеличивает дальность прямого выстрела, потому что пуля стартует намного ниже линии прицеливания, и запускается, в результате, под большим углом вверх. Давайте пройдем через важные части траектории, изображенной на Рисунке 3.1 слева направо.

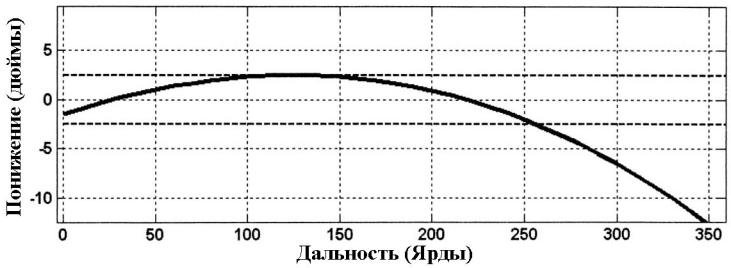


Рисунок 3.1. Дальность Прямого Выстрела для 5″ мишени.

1. Вы можете видеть, как траектория начинается на 1.5″ ниже линии прицеливания. Это потому, что дульный срез расположен ниже оптического прицела.
2. На 27 ярдах пуля перебирается через линию прицеливания. Это первая из двух *нулевых точек* на траектории.
3. Затем, апекс (самая верхняя точка) траектории достигается на 125 ярдах.
4. На 219 ярдах траектория пересекает линию прицеливания во второй раз.
5. Наконец, на 257 ярдах траектория падает на 2.5″ ниже линии прицеливания.

Другими словами, ***при высоте установки прицела 1.5″, вам нужно пристрелять винтовку на 27 ярдов или 219 ярдов, чтобы получить дальность прямого выстрела в 257 ярдов для 5″мишени.*** Конечно же, эти числа применимы только к данной комбинации пули, скорости, высоты прицела и размера мишени.

Чаще бывает, что вы ограничены в дальностях, на которых можете разместить мишени для пристрелки. К примеру, общественные стрелковые стрельбища имеют бермы попаданий, расположенные с фиксированными интервалами (100, 200, 300 ярдов и т.д.). Это затрудняет возможность пристрелки прицелов на какие-нибудь специальные дальности, вроде 219 ярдов. Чтобы решить эту проблему, вы просто определяете, где будет находиться траектория на дальности, на которую вы *можете* стрелять, и регулируете прицельные приспособления так, чтобы попасть в желаемую точку на этой дальности. К примеру, траектория дальности прямого выстрела, изображенная на Рисунке 3.1 располагается на 2.35″ выше линии прицеливания на 100 ярдах. Имея мишень на 100 ярдах, вы просто регулируете прицельные приспособления так, чтобы пули попадали на 2.35″ выше точки прицеливания, и ваша стрелковая система оказывается правильно пристрелянной на дальность прямого выстрела 257 ярдов для 5″ цели данной траекторией. В другом примере, скажем, вы имеете только очень короткую дальность, на которой можете стрелять. Вы можете поместить мишень на любой дальности до 30 ярдов. В этом случае я бы поместил мишень на 27 ярдах и отрегулировал прицельные приспособления так, чтобы попадать точно в точку прицеливания. Это та же самая точка прицеливания, что и для 219 ярдовой пристрелки, и в результате вы получите те же 257 ярдов дальности прямого выстрела. Пара слов предостережения о регулировке прицельных приспособлений стрельбой на короткую дальность: ***ошибки в пристрелке на короткой дальности возрастают в разы на больших дальностях.*** К примеру, если вы ошиблись с пристрелкой на 1/4″ на 100 ярдов, это равнозначно всего 2.5″ ошибки на 1000 ярдах. Тем не менее, если вы ошибетесь на те же 1/4″ при пристрелке на 25 ярдов, это приведет к 10″ ошибки на 1000 ярдах. Параллакс – это оптическая проблема, которая также может вызывать проблемы на больших дальностях при пристрелке на малых дальностях.

Концепция ДПВ может оказаться полезной для охотников. Используя убойную область дичи в качестве размера мишени, дальность прямого выстрела можно определить как дальность, на которой дичь может быть убита без каких-либо регулировок прицельных приспособлений, по крайней мере, так в теории. Лично я думаю, что использование дальности прямого выстрела подобным образом – довольно небрежный способ делать дело. Не регули-

ровка прицельных приспособлений для стрельбы по мишени, находящейся в пределах ДПВ, означает возможность попадания в самый верх или самый низ убойной зоны. Скажем, вы стреляете по мишени, расположенной примерно на половине дальности прямого выстрела, когда пуля близка к апексу, и ожидаете, что попадете ближе к верху убойной зоны. Теперь представим, что конкретный патрон оказался чуть более быстрым, и первый выстрел попал чуть выше из-за холодного ствола. Более того, в полевых условиях ваше удержание оружия может быть менее чем идеальным, и вы, возможно, выстрелите чуть выше. Нужно немного, чтобы эти ошибки сложились, и привели к промаху, в данном примере, выше. Было бы лучше отрегулировать прицельные приспособления для попадания в центр убойной зоны, даже если мишень находится в пределах ДПВ. Таким образом, существует меньшая вероятность того, что мелкие ошибки вызовут промах. Тем не менее, дальность прямого выстрела все равно является полезной концепцией в некоторых ситуациях. К примеру, когда необходимо стрелять быстро и вносить серьезные поправки в положение прицельных приспособлений невозможно.

Преимущество настильной траектории

Когда кто-то говорит, что винтовка стреляет *настильно,* он имеет в виду, что траектория не сильно напоминает дугу, и остается близкой к линии прицеливания на большей дальности. Настильная траектория способна увеличить дальность прямого выстрела. ***С фундаментальной точки зрения, настильная траектория является предпочтительной, так как она является более снисходительной к ошибкам, связанным с неопределенностью дальности до цели.*** К примеру, если вы оценили дальность до цели примерно в 250 ярдов, и соответственным образом отрегулировали прицельные приспособления, а мишень, на самом деле, в 300 ярдах, пуля попадет ниже чем вы рассчитывали, возможно, промахнувшись по цели. Если винтовка стреляет достаточно *настильно*, тогда пуля может оставаться достаточно близко к линии прицеливания, и это приведет к попаданию, но чуть ниже, а не к промаху.

Траектория Прямого Выстрела: Сравнение

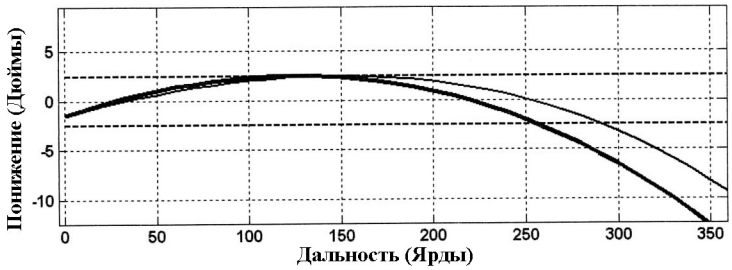


Рисунок 3.2. Дальность прямого выстрела будет большей для более настильной траектории.

На Рисунке 3.2 сравниваются две траектории прямого выстрела. Жирная линия – это та же траектория, которую мы изучали в предыдущем разделе. Эта жирная линия представляет пулю большего калибра с более высоким БК, выстреленную с более низкой дульной скоростью. Тонкая линия представляет пулю меньшего калибра с меньшим БК, выстрелен-ную с более высокой дульной скоростью. *На короткой дальности,* мелкая более быстрая пуля имеет более настильную траекторию и большую дальность прямого выстрела. Опять же, преимущество от настильной траектории делает прецизионное определение дальности менее критичным.

Побочный эффект настильной траектории

Задумаемся о причинах успеха патронов вроде .220 Swift и .22-250 для варминт охот. Эти патроны выстреливают легкие пули с экстремально высокой скоростью. Высокая скорость – ключ к настильной траектории, тем не менее, есть и отрицательный момент в дости-

жении настильной траектории: избыточный ветровой снос. Гонка за высокой скоростью в попытках сделать траекторию настильней означает использование пуль, слишком легких для своего калибра. Такие легкие пули имеют более низкие БК, и поэтому (обычно) испытывают больший ветровой снос. Это большая проблема, потому что после понижения, ветровой снос является следующей наиболее частой причиной промаха по мишеням (иногда он является более доминирующим, чем понижение). Итак, обычным компромиссом при выборе патрона для охот в полевых условиях является выбор между настильно стреляющим патроном и высоким БК. На одном конце спектра вы имеете .220 Swift, который экстремально настилен, но не очень хорош в борьбе с ветровым отклонением. На другом конце спектра – что-то вроде .308 Winchester, снаряжаемый тяжелыми пулями. Этот патрон не стреляет настильно, но имеет намного меньший снос ветром в сравнении с .220 Swift. Многие охотники находят компромисс где-то посередине между этими двумя экстремумами. .243 Winchester является хорошим балансом между настильно стреляющим патроном со способностью противостоять ветровому сносу. Вы можете выбрать пули для конкретной винтовки, которые сделают ее более или менее настильной, более или менее чувствительной к ветру. В случае .243, вы имеете разброс пуль весом от 58 гран до 115 гран, из которых можете сделать выбор.

Дальномеры

Большую часть предыдущего обсуждения настильных траекторий хорошо понимают серьезные охотники, особенно варминт охотники. А теперь я бы хотел обсудить перелом в сознании, обусловленный появлением доступных лазерных дальномеров. ***Лазерные дальномеры эффективно стирают преимущества, обеспечиваемые настильно стреляющими патронами.*** Подумайте об этом, если вы можете использовать лазерный дальномер для точного измерения дальности до цели, то в чем останется преимущество настильной траектории? Убрав неопределенность с дальностью из формулы, вы больше не нуждаетесь в компромиссах между настильно стреляющим патроном и тем, что хорош в ветер. Вы можете просто выбрать патрон, лучше всего работающий в ветер! Стрелок, полностью осознающий этот перелом в сознании, может воспользоваться в полной мере преимуществом лазерного дальномера, выбрав более тяжелый патрон, лучше работающий в ветер. Или наоборот, дальномер может оказаться ответственным за уменьшение ветрового сноса!

Если дальность до цели может быть точно измерена дальномером, избыточное понижение более медленного тяжелого патрона может быть хорошо компенсировано. Конечно, вам нужна базовая информация о ваших винтовке/патроне для того, чтобы предсказывать и брать поправку на избыточное понижение более тяжелого патрона. И той вещью, которую вам нужно знать, является баллистический коэффициент пуль, которыми вы стреляете, чтобы вы могли ввести его в баллистическую программу и рассчитать понижение. Другой частицей информации, которая вам нужна, являются: дульная скорость, высота прицельных приспособлений, угол наклона мишени относительно горизонта и атмосферные условия. Более подробные инструкции о том, как использовать приложенную компьютерную программу, приведены в Главе 8.

Несмотря на все замечательные вещи, которые делают дальномеры для стрелков на большие дальности, они, определенно не являются панацеей для каждой ситуации. Не все могут позволить себе дальномер, и они не всегда работают надежно на любом рельефе, по всем целям или в некоторых условиях освещения. Для ситуаций, когда дальномеры невозможно использовать эффективно, настильная траектория остается полезной мерой качеств.

Сравнения Траекторий

Теперь я бы хотел обсудить еще одно мерило качеств, связанное с понижением пули, и оно не ново для поля внешней баллистики, но редко обсуждается. Оно называется *опасным пространством.* Опасное пространство связано с дальностью прямого выстрела, но это другое, и мы обсудим это ниже.

При классическом сравнении траекторий для двух патронов, баллистическая программа запускается на номинальных условиях, обычно для атмосферы уровня моря, с высотой оптического прицела 1.5 дюйма и пристрелке на 100 ярдов. Траектория просчитывается дальше точки пристрелки, и вы можете видеть, как полное понижение сравнимо дальше этой точки. И естественно, говорят, что патрон с наименьшей величиной полного понижения имеет «лучшую» траекторию.

Рисунок 3.3. Иллюстрация *большей настильности* траектории более легкого и быстрого патрона на малой дальности.

В предыдущем обсуждении, посвященном настильным траекториям, я заявил, что патроны вроде .220 Swift и .22-250 производят более настильные траектории, чем патроны вроде .308 Winchester. Это верно *для коротких дальностей,* но если вы рассмотрите траекторию на большой дальности, вы увидите, что .308 Winchester *догоняет* меньший патрон. В спринте заяц выигрывает. Если гонка достаточно длинная, черепаха, медленная и уверенная в себе, может победить зайца. Рассмотрим траектории на Рисунке 3.3. Снова толстая линия соответствует большей более медленной пуле с более высоким БК (вроде .308 Winchester), а тонкая линия представляет меньшую высокоскоростную пулю с меньшим БК (вроде .22-250 или .220 Swift). Обратите внимание на то, что меньший и более быстрый патрон имеет более настильную траекторию. Даже за 200 ярдовой точкой пристрелки, траектория остается более приближенной к линии прицеливания, чем траектория более медленной и тяжелой пули.

Вы можете видеть, что более легкий и быстрый патрон поднимается чуть больше чем на 1″ над линией прицеливания на своем пути к 200-ярдовой точке пристрелки, в то время как больший и более медленный патрон поднимается почти на 2″, чтобы достичь той же точки пристрелки. К 250 ярдам более настильная траектория легкой быстрой пули всего на 2″ опускается ниже линии прицеливания, в то время как более тяжелый и медленный патрон опускается на 3″. Очевидно, что на короткой дальности меньший более легкий патрон с меньшим БК и более высокой дульной скоростью имеет более настильную траекторию. А как эти два патрона сравнимы на больших дальностях? На Рисунке 3.4 показано, как эти траектории сравнимы за пределами 250 ярдов.

Вы можете видеть, что до примерно 550 ярдов более легкий и быстрый патрон имеет меньшее полное понижение, чем медленный тяжелый, но после этой точки, траектории пересекаются, и тяжелый патрон дальше имеет меньшее понижение. Где-то на 450-ярдовой отметке находится дальность, на которой преимущество в траектории для более легкого быстрого патрона оказывается наибольшим. На 450 ярдах понижение для более легкого патрона составляет 29″, а для медленного и тяжелого 33″, разница в 4″. После того, как траектории пересекаются на 550 ярдах, всего через 50 ярдов более тяжелый патрон уже на 4″ впереди легкого патрона (78″ против 82″ понижения). Преимущество быстро нарастает в пользу более тяжелого патрона.

Что позволяет этому большому тяжелому патрону *догонять* более легкий так, как он это делает? Ответ – ***сохранение скорости.*** Более легкий патрон может вылетать на стремительных 3600 фт/с, а тяжелый патрон на медленных 2750 фт/с, но ***так как более тяжелая***

пуля имеет более высокий БК, она сохраняет свою скорость лучше чем пуля с меньшим БК. Это следует из базового определения баллистического коэффициента; относительная мера того, насколько хорошо пуля *пробивает воздух,* и сохраняет скорость.

Точка пересечения для пристрелки на 200 ярдов

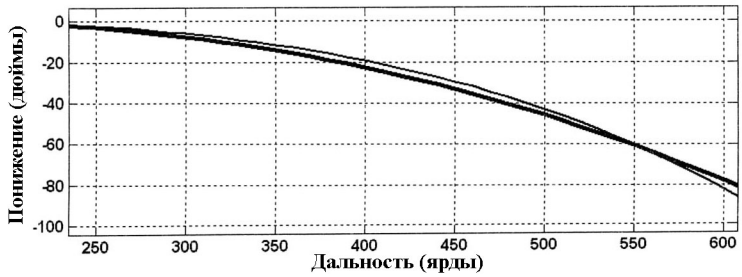


Рисунок 3.4. Точка геометрического пересечения располагается на 550 ярдах для этих двух траекторий, обе пристреляны на 200 ярдов.

Траектория, обозначенная более толстой линией, соответствует 175-грановой пуле .308 калибра на скорости 2750 фт/с. Траектория, обозначенная тонкой линией – это 40-грановая пуля .224 калибра на 3600 фт/с. Вот некоторые интересные сравнения, касающиеся этих двух траекторий:

1. Несмотря на то, что более легкая пуля стартует на 850 фт/с быстрее у дульного среза, обе пули замедляются до одинаковой скорости (2250 фт/с) на 290 ярдах. Далее более тяжелая пуля оказывается более быстрой, чем меньшая пуля.
2. На 290 ярдах легкая пуля теряет 38% своей первоначальной скорости, а более тяжелая пуля теряет всего 18%.
3. Время полета для более легкой оказывается меньшим на 290 ярдах, потому что она имеет более высокие начальную и среднюю скорости. То же самое происходит до 510 ярдов, когда времена полета выравниваются на отметке 0.6663 секунды.
4. На 510 ярдах, когда время полета выравнивается для обоих пуль, они имеют одинаковую среднюю скорость к этой точке. Около этой точки (510 ярдов) их траектории пересекаются (550 ярдов).

До настоящего момента мы видели лишь самые мэйнстримовые вещи, касающиеся сравнения траекторий. Вывод, который обычно делают из подобного типа сравнений, состоит в том, что более легкая и быстрая пуля является *превосходящей* по траектории до примерно 550 ярдов. Далее этой точки, более тяжелая пуля с большим БК будет лучше потому, что обладает меньшим понижением далее 550 ярдов. Суждения об относительном превосходстве баллистических траекторий, основанные на геометрических точках пересечения, очень распространены, но они фундаментально не верны.

Это базовое сравнение понижений было проделано бесчисленное количество раз, напечатано на тысячах пачек с патронами, и почти каждый пришел к одному и тому же неверному выводу о точке, в которой одна траектория приобретает или теряет преимущество над другой. Эту ошибку легко сделать, потому что траектории буквально *перекрещиваются* на графике. Тем не менее, ***точка, в которой траектории действительно пересекаются, это не та точка, в которой одна траектория начинает иметь превосходство над другой.***

Существует несколько причин, по которым геометрическая точка пересечения является недостаточной. Прежде всего, геометрическая точка пересечения не является фиксированной; она зависит от того, на какую дальность пристреляна винтовка. Взгляните на Рисунок 3.5, и обратите внимание на то, где находится точка пересечения траекторий, когда обе траектории пристреляны на 100 ярдов, а не на 200.

Рисунок 3.5. При пристрелке на 100 ярдов, точка пересечения траектории оказывается на 600 ярдах.

Точка пересечения траекторий сдвинулась с 550 ярдов на 600 ярдов, когда пристрелка изменилась с 200 ярдов на 100 ярдов. Если дальность пристрелки равна 300 ярдам, точка пересечения оказывается на 490 ярдах. Это разница в положении точки пересечения в 110 ярдов при изменении пристрелки со 100 ярдов на 300 ярдов. Более того, точки пересечения также изменяются при изменении высоты прицельных приспособлений.

Невозможно определить, на какой дальности одна траектория станет лучше, чем другая, основываясь на точках пересечения. Поэтому геометрическую точку, в которой траектории пересекаются, не стоит использовать для определения относительной полезности траекторий.

Итак, что же делать? А вот что; нам нужен способ определения *реального* достоинства траекторий, чтобы мы могли определить, какая из траекторий ***лучше.*** Какой бы метод мы не использовали, он должен быть воспроизводимым, в отличие от геометрической точки пересечения, проиллюстрированной выше.

Что на самом деле мы ***подразумеваем***, когда говорим, что одна траектория *лучше* другой? Какое фундаментальное качество мы пытаемся сравнить? Мое определение качественной траектории будет таким: ***Качественная траектория – это та, которая позволяет проще поразить мишень!*** Кто попробует не согласиться с этим? И вообще, вся книга посвящена этому; представлению информации, которую можно использовать для более легкого попадания в мишени. Во внешней баллистике существует очень фундаментальное и эффективное понятие, которое можно использовать для определения истинного качества траектории. Оно называется *опасным пространством.* Не я изобрел его, но я хотел бы вновь представить эту очень старую и полезную идею стрелкам, которые могут использовать ее для принятия более информированных решений, которые будут способствовать появлению большего количества пробоин в удаленных мишенях!

Опасное Пространство

Опасное пространство – это реальная мера превосходства траектории. В отличие от вводящих в заблуждение и неточных геометрических точек пересечения, данный метод сравнения траекторий используется уже многими поколениями, и опасное пространство – это более воспроизводимая и точная мера качества баллистических траекторий. Используя опасное пространство, можно определить траекторию, которая с большей вероятностью позволит поразить цель на заданной дальности.

Рисунок 3.6. Опасное пространство для 10″ мишени на 600 ярдах.

Опасное пространство очень похоже на дальность прямого выстрела. Лучше всего оно видно на рисунке. Рисунок 3.6 иллюстрирует опасное пространство для пули .30 калибра с высоким БК и умеренной дульной скоростью для 10″ мишени на 600 ярдах. Как вы можете видеть, траектория этой пули с высоким БК *занимает высоту цели* на дальностях от 579 до 620 ярдов. Это означает, что данная 10″ мишень располагается в ***опасном пространстве*** траектории на расстоянии 41 ярда (от 579 до 620 ярдов). Действительно, более длинные опасные пространства увеличивают вероятность поражения цели. ***Длинное опасное пространство менее чувствительно к ошибкам в определении дальности и вариациям дульной скорости.*** В соответствии с приведенным выше заявлением, мы можем использовать опасное пространство в качестве реальной меры качества траекторий. Траектория с большей дальностью опасного пространства упрощает поражение мишени.

На Рисунке 3.7 показано опасное пространство для низкого БК в сравнении с опасным пространством для высокого БК для 10″ мишени на 600 ярдах.

Опасное пространство траектории с низким БК простирается всего от 585 до 613 ярдов, что соответствует дистанции всего в 28 ярдов. Очевидно, что траектория с большим БК имеет большее опасное пространство, и она лучше подходит для 600 ярдов. А именно, траектория с высоким БК имеет величину опасного пространства на 14 ярдов длиннее, или на 50% больше опасного пространства, чем траектория с низким БК.

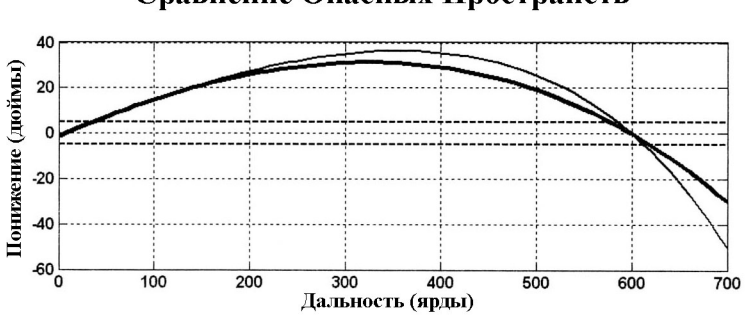


Рисунок 3.7. Опасное пространство для 10″ мишени на 600 ярдах будет большим для медленного с высоким БК патрона, чем для быстрого с низким БК.

Давайте посмотрим, как опасные пространства сравнимы на различных дальностях, и найдем, где действительно меняются местами преимущества от траектории с низким БК к траектории с высоким БК. Вы сможете найти реальную точку пересечения, просто просчитывая траектории для различных дальностей пристрелки, пока опасные пространства не сравняются. В Таблице 3.1 показано, как опасные пространства сравнимы для двух образцов траекторий на различных дальностях. В данном случае, реальная точка пересечения оказывается расположенной на 405 ярдах. Иначе говоря, до 405 ярдов пуля .224 калибра с низким БК имеет большие дальности опасных пространств, и превосходящую траекторию. Далее 405 ярдов, пуля .30 калибра с более высоким БК имеет большее опасное пространство, и это оз-

начает большую вероятность попадания в цель при одинаковых неопределенностях с определением дальности и с дульными скоростями.

	Опасное Пространство	
Дальность	**Траектория с Высоким БК**	**Траектория с Низким БК**
400 ярдов	77.2 ярда	77.7 ярда
500 ярдов	55.1 ярда	46.0 ярда
600 ярдов	41.1 ярда	27.6 ярда

Таблица 3.1. Сравнение опасных пространств.

Можно рассчитать опасное пространство с помощью традиционных программ по расчету внешней баллистики. В следующем разделе будет приведено несколько примеров, иллюстрирующих то, как рассчитывать опасное пространство с помощью приложенной баллистической программы.

Еще необходимо отметить в отношении сравнения траекторий с использованием опасного пространства то, что размер мишени не очень сильно влияет на то, какая траектория лучше. Другими словами, если анализ по опасному пространству выявил превосходство траектории для 10″ мишени, эта же траектория также будет иметь превосходство для 5″ мишени или 15″ мишени. ***Опасное пространство является абсолютной мерой качеств траектории, позволяющей определить превосходящую траекторию.*** То есть, все просто: если вы хотите увеличить шансы на попадание в мишень, выбирайте траекторию с самым большим опасным пространством.

Некоторые примеры расчетов с использованием опасного пространства

Давайте рассмотрим сравнение каких-нибудь траекторий, использовав концепцию опасного пространства. Рассмотрим быструю и настильную варминт легенду; 220 Swift. Всем известна легендарная репутация этой винтовки среди варминт охотников за его стремительно высокие скорости и траектории, натянутые как струна банджо. Как могучий 220 Swift сравним со сравнительно медленным 243 Winchester на 700 ярдах?

220 swift может запускать 52-грановые пули со скоростью 4000 фт/с. 243 может обеспечивать около 2900 фт/с с 105-грановыми пулями. На коротких дальностях, без вопросов, 220 Swift стреляет настильнее. Давайте сравним опасное пространство для этих двух траекторий на 700 ярдах, чтобы посмотреть, какая из них лучше *там, в поле.*

Типичная 52-грановая пуля .224 калибра будет иметь G7 БК примерно 0.112. 105-грановая пуля 243 калибра будет иметь G7 БК 0.272. Рассмотрим сравнение опасных пространств для мишени высотой 10 дюймов. Используя приложенное баллистическое ПО, мы можем сравнить опасные пространства для этих двух патронов на данной дистанции, выполнив следующие шаги:

1. Введите переменные, связанные с первой пулей (БК, скорость и т.д.).
2. Установите дальность пристрелки для той дистанции, на которой хотите сравнить опасные пространства, в данном случае, 700 ярдов.
3. Установите максимальную дальность 100 ярдов после дальности пристрелки.
4. Установите шаг дальности на 1 ярд.
5. Кликните *рассчитать.*

Вывод результата расчета баллистической программы будет очень длинным; 800 строк в данном случае. Пролистайте его до дальности пристрелки и посмотрите, где пуля пересечет ½ размера мишени. Другими словами, размер нашей мишени 10 дюймов высоты, и траектория обнулена на 700 ярдов. На какой дальности траектория будет находиться в пределах 5 дюймов от точки пристрелки? Теперь проделайте то же самое перед дальностью пристрелки; найдите, насколько далеко от 700 ярдов пуля отлетит прежде, чем она упадет на 5

дюймов ниже центра. Сложите эти две дистанции вместе, и это и будет опасное пространство.

Введя все переменные для 220 swift, получим, что траектория окажется выше на 5 дюймов точки пристрелки на 700 ярдов на 686 ярдах, и на 5 дюймов ниже точки пристрелки на 713 ярдах, что дает полную величину опасного пространства 27 ярдов. Для 243 Winchester с 105-грановыми пулями при 2900 фт/с, пуля будет находиться в 5 дюймах от нуля на 700 ярдов от 681 ярда до 718 ярдов, всего 37 ярдов. Итак, в данном примере, 243 с более медленной тяжелой пулей имеет большее опасное пространство для 700 ярдов, чем 220 Swift, на 10 ярдов, что на 37% лучше. Преимущество 243 будет продолжать расти по мере увеличения дальности.

Заинтересованный читатель может повторить этот процесс для более близких дальностей, и определить, на какой дальности 243 впервые обеспечит *лучшую* траекторию чем 220 Swift, основываясь на анализе опасного пространства.

Глава 4: Стрельба Под Углом К Горизонту (Вверх/Вниз)

Довольно очевидно, что стрельба под углом к горизонту (вверх или вниз) должна повлиять на траекторию пули, но не вполне понятно, *почему.* И вот здесь одна картинка стоит 1000 слов. На Рисунке 4.1 показано, как компоненты силы тяжести связаны с линией прицеливания, и почему пуля имеет меньшее *понижение* при стрельбе вверх *или* вниз.

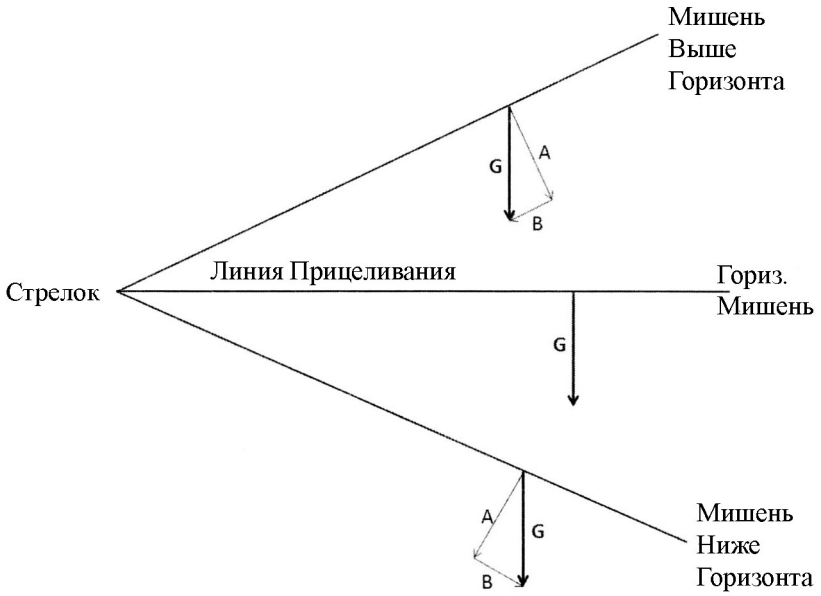


Рисунок 4.1. Эффекты стрельбы вверх и вниз к горизонту.

При стрельбе горизонтально, сила тяжести утягивает пулю непосредственно от линии прицеливания. Тем не менее, *когда линия прицеливания поднята (опущена) вверх или вниз, действие силы тяжести все равно направлено строго вниз, и больше не утягивает пулю непосредственно от линии прицеливания.* На Рисунке 4.1 ясно видно, что при стрельбе вверх некоторая часть действия силы тяжести утягивает пулю от линии прицеливания (A), и некоторая часть силы тяжести замедляет пулю (B). При стрельбе вниз, некоторая часть действия силы тяжести утягивает силу тяжести от линии прицеливания (A), и некоторая часть действия силы тяжести помогает пуле сохранять скорость (B). *Так как намного меньшая часть силы тяжести утягивает пулю непосредственно от линии прицеливания, пуля не падает так же сильно ниже линии прицеливания при стрельбе вверх или вниз.*

В итоге оказывается, что при стрельбе *вверх или вниз* вы *попадете выше*, если неправильно учтете эффект силы тяжести. Большинство баллистических программ способны принимать в расчет углы склонения траектории вверх и вниз. В общем, малые углы (менее 10 градусов) приводят к пренебрежимо малым эффектам. Большие углы, особенно на больших дальностях, должны быть измерены и приниматься в расчет.

Одним из способов примерного учета эффектов стрельбы вверх и вниз является умножение дальности до цели на косинус *угла места цели.* Для мишеней, расположенных на уровне горизонта, угол места цели равен 0, поэтому дальность умножается на 1.0, и никакой коррекции не требуется. Для *угла места цели* 10 градусов, измеренная дальность до цели должна быть умножена на 0.985 (косинус 10° = 0.985). Это удобный способ *примерной* оценки поправки при стрельбе вверх/вниз, но не *точный.* Есть две причины того, почему простой метод умножения дальности не позволяет сделать точный расчет. Во-первых, при умноже-

нии на дальность игнорируется эффект замедления пули по мере ее полета через весь воздух от стрелка до мишени. Во-вторых, при умножении на дальность игнорируется компонента силы тяжести, действующая либо на уменьшение, либо на сохранение скорости пуль. В дополнение, умножение на дальность не делает различий между стрельбой вверх или вниз.

Рисунок 4.2. Индикатор Косинуса Угла.

Умножение дальности иногда называют *правилом райфлмена*, и оно удобно, потому что позволяет быстро оценить поправку по стандартным таблицам траектории прямо в поле. Для расчета точного влияния силы тяжести на вашу траекторию при стрельбе вверх или вниз к горизонту, необходимо использовать баллистическую программу, позволяющую вводить *угол места цели.*

Существует коммерческое устройство, выпускаемое *Sniper Tools Design Co.*, называемый *Angle Cosine Indicator (ACI) (Индикатор Косинуса Угла),* специально предназначенный для того, чтобы помочь стрелкам учитывать влияние стрельбы вверх и вниз. ACI доступен в двух версиях. Одна версия показывает реальный угол линии прицеливания. Он применяется для ввода непосредственно в баллистическую программу. Второй вариант позволяет считывать *косинус угла*, а не сам угол в градусах. *Косинус угла* – это число, на которое вы должны умножить дальность, чтобы получить примерную отмасштабированную дальность для заданных углов места цели при стрельбе вверх/вниз. Косинус угла 1.0 соответствует стрельбе вдоль горизонта, и он уменьшается по мере увеличения угла.

Угол места	**Понижение**
0 градусов	-309.9″
+ 5 градусов	-309.4″
-5 градусов	-308.0″
+40 градусов	-238.3″
-40 градусов	-230.4″
+45 градусов	-219.3″
-45 градусов	-211.3″

Таблица 4.1. Влияние силы тяжести и угла места на понижение.

Измерение и учет влияния углов места цели при стрельбе вверх/вниз становится более важным для более крутых углов. Не только *величина* влияния больше, но и *чувствительность* также будет большей. В Таблице 4.1 показано влияние нескольких углов места цели на понижение типичной 155-грановой пули .308 калибра при дульной скорости 3000 фт/с на дальности 1000 ярдов. Понижение отсчитывается от пристрелки на 100 ярдов. Обратите внимание на то, что вы можете игнорировать ошибку определения угла для углов +/- 5 градусов от горизонта, и иметь менее 2″ ошибки в понижении на 1000 ярдах. Тем не менее, если линия прицеливания поднята на 45 градусов, ошибка в +/- 5 градусов приведет примерно к +/- 8″ ошибки.

Также обратите внимание на разницу между углом места вверх на 45 градусов и вниз на 45 градусов – 219.3″ против -211.3″ (разница в 8″), то есть это разница между силой тяжести, действующей *против* траектории и *по* траектории.

Существует и вторичный эффект при стрельбе под углами места цели, не связанный с силой тяжести. При стрельбе под очень крутыми углами на очень большие дальности, проблемой может оказаться влияние высоты на плотность воздуха. Рассмотрим выстрел на 1000 ярдов по цели, расположенной под углом поля зрения 45 градусов. Пуля заберется на высоту 2100 футов при подъеме к цели. Плотность воздуха на этой высоте окажется менее плотной, чем на высоте стрелка, и это повлияет на полет пули. При стрельбе вверх, пуля будет проходить через более разреженный воздух по мере подъема, в то время как при стрельбе вниз пуля будет проходить через более плотный воздух. Этот эффект пренебрежимо мал для выстрелов на короткие и средние дальности при небольших углах наклона, но становится все более важным по мере роста дальности и углов места цели. Например, рассмотрим выстрел под углом 45 градусов *вверх* из Таблицы 4.2. Понижение -219.3″ рассчитано без учета эффектов разреженного воздуха на больших высотах. Для данного выстрела, плотность воздуха у мишени (2121 фута выше стрелка) будет составлять всего 94% от плотности воздуха на вы-

соте стрелка. *Средняя* плотность воздуха, через который будет лететь пуля, составит 97% от величины на высоте стрелка. Я не знаю каких-либо баллистических программ, учитывающих влияние градиента плотности воздуха на выстрелы вверх/вниз. Если вы хотите учесть влияние атмосферных условий на стрельбу под углами места цели, наилучшим способом будет применение множителя к БК.

Помните, что соотношение между БК и плотностью воздуха составляет 1:1, и это означает, что данный % изменения плотности воздуха оказывается в точности таким же, как и % изменения БК. Для того, чтобы учесть влияние градиента плотности воздуха на смоделированную траекторию стрельбы вверх/вниз, можно применить коэффициент масштабирования к БК. Коэффициент масштабирования основан на соотношении плотности воздуха между стрелком и мишенью. Коэффициент масштабирования будет следующим:

$$f = 1 + 1.3X10^{-5} * h$$ **Формула 4.1**

Где:

f- коэффициент масштабирования, на который умножается БК

h- разница в высоте между стрелком и целью в футах. Для целей, расположенных выше стрелка, *h* – положительные. Для целей ниже стрелка, *h* - отрицательные.

В качестве примера применения формулы 4.1, рассмотрим 155-грановую пулю .308 калибра с G7 БК 0.233, отстреливаемой с дульной скоростью 3000 фт/с по цели, расположенной на 1000 ярдах под углом места цели 45 градусов вверх. Без каких-либо поправок к БК, понижение ниже линии прицеливания для этого выстрела составит -219.3″. Чтобы рассчитать влияние градиента плотности воздуха, первым шагом выполним расчет разницы в высоте (*h*) между стрелком и целью. При расчете эффективной горизонтальной дальности для гравитационного понижения при стрельбе под углом, используем косинус угла. При расчете вертикальной дальности между стрелком и целью, используем синус угла, на который умножим дальность:

$$h = 3000 * \sin(45) = 2121\ \text{фут}$$

Так для выстрела на 3000 футов (1000 ярдов) под углом места цели 45 градусов вверх, мишень будет расположена на 2121 фута выше стрелка. Если бы выстрел производился вниз, *h* было бы равно -2121 фута.

Следующим шагом будет использование Формулы 4.1 для расчета коэффициента поправки *f.*

$$f = 1 + 1.3X10^{-5} * 2121$$

$$f = 1.03$$

Наконец, применим поправочный коэффициент 1.03 к G7 БК в 0.233.

$$\text{БК}_{\text{скорр.}} = 0.233 * 1.03$$

$$\text{БК}_{\text{скорр.}} = 0.240$$

Пересчитаем траекторию для 1000 ярдов: выстрел под углом места цели 45 градусов с исправленным БК должен будет иметь понижение -217.0″, что на 2.3″ меньше, чем -219.3″, предсказанные без учета влияния градиента плотности воздуха.

Если бы выстрел производился под углом места 45 градусов *вниз*, поправочный коэффициент будет равен 0.97, и предсказанное понижение окажется примерно на 2.3″ *большим.*

Я думаю, что многие стрелки переоценивают силу тяжести в сравнении с аэродинамическим сопротивлением воздуха, когда дело доходит до пуль. Чтобы подтвердить это, рассмотрим 155-грановую пулю .30 калибра на горизонтальной траектории. Сила тяжести утягивает пулю прямо вниз, непосредственно от линии прицеливания с силой 155 гран, или 0.022 фунта. Сила аэродинамического сопротивления более чем в 56 раз превосходит силу тяжести. Если вы наклоните траекторию на 20 градусов, вес пули будет оттягивать ее от линии прицеливания с силой 146 гран, и 53 грана веса окажутся направленными противоположно к ее поступательному движению. Эти 53 грана веса, противостоящие поступательному движению пули, очень малы в сравнении с 8730 гранами аэродинамического сопротивления, с которыми сражается пуля на своем пути. Та же пропорция применима к стрельбе вниз. Для выстрела под углом вниз, движению пули вперед *способствует* еще 53 грана, но ей все еще противостоит 8730 гран силы сопротивления. Эти цифры должны показать, что аэродинамическое сопротивление является самой большой силой, замедляющей пулю на наклонных траекториях, и работа против силы тяжести, на самом деле, оказывает очень небольшое влияние.

Не все баллистические программы учитывают эффекты стрельбы вверх/вниз одинаково. Некоторые программы просто умножают эффект силы тяжести, что приводит к получению одинаковых результатов для стрельбы как вверх, так и вниз. Некоторые программы учитывают небольшие поправки к силе тяжести, работающие *для* выстрелов вниз, и *против* выстрелов вверх. Я не знаю таких программ, которые учитывали бы мелкие эффекты градиента плотности воздуха для стрельбы вверх/вниз. Но на практике оказывается, что дальние выстрелы под такими экстремальными углами выполняются очень редко, и когда это происходит, стрелки испытывают другие важные сложности, вроде неудобных позиций стрельбы и неопределенности ветровых кондиций, обусловленных такими экстремальными перепадами высот; вероятно, еще и с минимальными или полностью отсутствующими индикаторами ветра около траектории полета пули. То есть, можно сделать вывод, что мелкие эффекты, возникающие при стрельбе под наклоном могут обычно игнорироваться с минимальными последствиями. Они представлены и обсчитаны здесь для полноты картины, но возиться с ними обычно не стоит.

Я бы хотел оставить читателя со следующими *ключевыми* пунктами, касающимися стрельбы вверх/вниз под углом к горизонту:

- *Основной эффект* стрельбы под углом вверх/вниз – это эффективное уменьшение силы тяжести, оттягивающей пулю непосредственно вниз от линии прицеливания. Пуля будет падать *меньше* при стрельбе вверх *и* вниз в сравнении со стрельбой вдоль горизонта. Этот основной эффект, определенно, должен быть измерен и учтен при стрельбе под углами к горизонту.
- Вторичные эффекты при стрельбе вверх/вниз следующие:
    - Мелкое влияние силы тяжести, работающей на или против траектории.
    - Мелкое влияние градиента плотности воздуха между стрелком и мишенью.

  Эти вторичные эффекты, возникающие при стрельбе под углом вверх/вниз очень малы в сравнении с основным эффектом, и ими можно пренебрегать в большинстве обычных стрелковых сценариев. В дополнение к тому, что они малы, эти вторичные эффекты также носят *взаимно компенсирующий характер*. Другими словами, при стрельбе вверх сила тяжести будет работать *против* пули, но менее плотный воздух будет работать *за* пулю. Так как оба эф-

фекта очень малы и направлены в противоположных направлениях, ими также можно пренебречь без всяких последствий.

- Баллистическая программа, приложенная к этой книге, учитывает влияние силы тяжести на наклонные траектории (основной и дополнительные эффекты), но *не* учитывает эффект градиента плотности воздуха. Чтобы полностью учесть все эффекты, возникающие при наклонных выстрелах, необходимо брать поправку к БК для пуль, учитывающую градиент плотности воздуха. Помните, что это является больше академическим упражнением, чем практической необходимостью.

Глава 5: Ветровой Снос

Для многих стрелков это будет самая важная глава из всей книги. Каждый тип стрельбы, будь то охота, тактическая стрельба, стрельба из положения лежа, F-класс и Бенчрест стрельба, все они имеют свой набор проблем, более или менее уникальных для каждой дисциплины. ***Ветровой снос – это недетерминистский элемент, и он представляет собой самую большую трудность для всех типов стрельбы на большие дальности.*** И вполне очевидно, что этот факт должен подвигнуть серьезных стрелков на изучение максимально возможного количества информации о природе ветрового сноса. Чем больше вы знаете о проблеме, тем лучше вы способны справляться с ней. Тем не менее, несмотря на важность понимания и уменьшения влияния ветрового сноса, в современной литературе встречается удивительное количество неверной информации на эту тему. Из-за огромного недостатка детализированных знаний о ветровом сносе, я постараюсь сделать все возможное, чтобы представить факты таким образом, чтобы они были понятны как новичку, так и продвинутому стрелку. Существует огромное количество примеров формул расчета ветрового сноса, и т.д., оказывающихся совершенно бесполезными, когда дело доходит до применения их результатов к реальным стрелковым ситуациям. Я избегу их применения. Также существует масса примеров описания ветрового сноса теми, кто не имеет даже точного технического понимания его природы. Изучение любого из указанных выше случаев бесполезны.

Я надеюсь, что вы найдете мое решение проблемы эффективным. Я верю, что изучение природы ветрового сноса должно иметь наивысший приоритет для стрелков на большие дальности. Это непросто, но те, кто имеет лучшее понимание наиболее сложного аспекта стрельбы – это те, кому сопутствует самый большой успех.

Философия ветра

Это безликое название раздела призвано привлечь ваше внимание, и подготовить вас к тому, чтобы вы открыли свой мозг знаниям и всерьез задумались о природе влияния ветра на стрельбу. Существует фундаментальное отличие между тем, как вы должны думать о ветре, и тем, как думать о других переменных, присутствующих при стрельбе.

Рассмотрим переменные, связанные с типичным выстрелом на большие дальности в условиях отсутствия ветра. Вам нужно измерить: дальность и угол до цели, свойства атмосферы и высоту прицела. Вам также нужно знать с некоторой определенностью, какой будет дульная скорость вашей пули и ее баллистический коэффициент. Все эти переменные могут быть учтены с помощью общедоступных инструментов, включающих: хронограф, ручную атмосферную станцию и лазерный дальномер. Процесс достаточно прост: вы измеряете все переменные, вводите их в подходящую баллистическую программу, которая рассчитывает понижение для конкретного набора кондиций, вводите поправку в прицел, и нажимаете спусковой крючок. Если кучности винтовки достаточно для мишени заданного размера, и все ваши измерительные инструменты откалиброваны, а введенные данные верны, ваш выстрел окажется попаданием.

Теперь введем ветер. Не константу из *учебника* в 10 миль в час поперечного ветра, а реальный ветер, имеющий градиент по скорости, изменению направления, подъемы, спады, вертикальные компоненты и т.д. Если вы думаете, что вам удастся измерить ветер, рассчитать отклонение, ввести поправку в прицел, и запросто попасть в вашу мишень на большой дальности, то вас будет ждать разочарование. Это потому, что ветер не похож на любые другие переменные в стрельбе. Вы не можете измерить скорость и направление ветра в одной

точке и предположить, что они будут применимы ко всей траектории. Ветер – это не константа как сила тяжести, или рассчитываемая величина, как аэродинамическое сопротивление. Непредсказуемость и неопределенность, связанные с ветром, являются корнем проблемы. Мы не можем применить наше классическое решение *измерить и учесть* к проблеме ветрового сноса. Ветер – это воздух в движении; жидкость. Жидкости имеют гадкую привычку быть хаотичными и трудно предсказуемыми вообще. Проблема в том, что слишком много стрелков на большие дальности обращаются с ветром так, что пытаются просто *измерить и учесть* его влияние без понимания того, что их измерения действительны только для одной точки траектории, и могут оказаться неприменимыми для других частей траектории. Также существует еще одно измерение – время. Даже если вы оценили ветровое поле точно в любой момент времени, ко времени, пока вы рассчитаете его влияние и настроите оптический прицел соответственно, кондиция сменится, и ваше решение окажется неверным!

Очевидно, что требуется альтернативное решение для работы с ветровым сносом. Мы не можем применить старое решение *измерить и рассчитать,* так что мы можем сделать? Но, к сожалению, не существует абсолютного *волшебного* решения, позволяющего нам попадать в мишени надежно в любых ветровых кондициях. Я хотел бы, чтобы оно было, но пока лазерные Допплеровские устройства измерения ветра не начнут применяться в промышленности спортивного оружия, абсолютного ответа не будет. Хотя никакого волшебного решения проблемы ветрового сноса нет, я могу предложить рациональное решение, основанное на логике и понимании природы ветрового сноса.

Это решение довольно простое, и вот оно: ***Раз вы не можете надежно измерить и учесть ветровой снос, лучшее, что вы сможете сделать, это МИНИМИЗИРОВАТЬ его неопределенность и его влияние.*** Это наилучшее техническое решение проблемы ветра. Вот две основные вещи, которые вы можете сделать, чтобы минимизировать влияние ветра:

1. Конечно же, вы можете практиковать ваши навыки чтения ветра; наблюдая соотношение причины и следствия между ветровыми кондициями и отклонением пули.
2. Также, если вы можете получить настоящее озарение о том, как работает ветровой снос, вы можете принимать мудрые решения в отношении своего оборудования (винтовки и пуль), что приведет к улучшенной баллистике в форме минимального ветрового сноса.

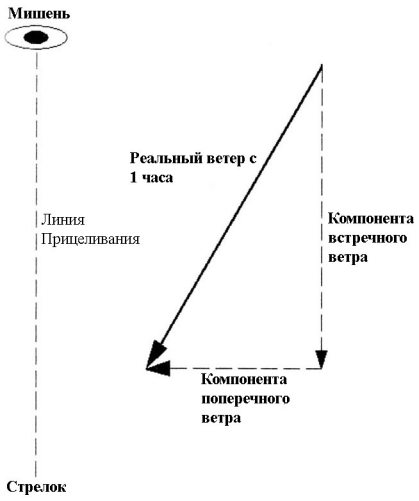
Первый вариант (реальная *отработка* навыков чтения ветра) – наилучший способ улучшения вашей стрельбы в ветер. Тем не менее, это требует доступа к очень длинным стрельбищам или к полям, затрат времени и денег, связанных со стрельбой, и многих лет тренировок. На самом деле, никто не в состоянии *идеально освоить* искусство чтения ветра, оно может лишь постоянно совершенствоваться. Существуют определенные практические упражнения и вещи, которые вы можете сделать, чтобы улучшить ваши знания ветровых кондиций. К примеру, у меня есть датчик погоды Kestrel 4000 (ветромер), который я ношу с собой, когда гуляю со своей собакой. Периодически я останавливаюсь, смотрю вокруг на индикаторы (трава, листья и т.д.), и пробую оценить скорость ветра. Затем я смотрю на ветромер и проверяю, насколько близкой оказалась моя оценка. Когда я впервые начал делать эти упражнения, я оценивал реальную скорость ветра с точностью +/- 2 или 3 мили в час от реальной. Через пару сезонов я уже мог оценивать скорость ветра с точностью +/- 1 миль/ч (обычно).

Если вы – стрелок по мишеням на большие дальности, вы, в основном, рассчитываете на большие флаги стрельбища в качестве индикаторов ветра. В данном случае будет полезной практикой стоять около такого флага и играть в игру «оцени ветер». Тогда вы сможете откалибровать ваши навыки чтения ветра по индикаторам, имеющимся в вашем распоряжении во время матча.

Второй вариант (выбор оборудования с лучшей баллистикой) – намного более быстрый и надежный способ нарастить ваше сопротивление влиянию ветра. ***Независимо от ва-***

шего уровня мастерства в чтении ветра, выбор оборудования с лучшей баллистикой улучшает ваши шансы на успех в стрельбе на большие дальности. И это неоспоримый факт. Подумайте об этом следующим образом: если вы и ваш товарищ по стрельбе в равной мере хорошо читаете ветер, но ваши пули меньше подвергаются влиянию ветра, вы окажетесь более точным при стрельбе в ветер. Точно также, если ваш приятель будет лучше вас читать ветер, но ваши пули будут меньше подвергаться влиянию ветра, вы можете компенсировать недостаток навыков чтения ветра наличием лучшей баллистики. Как и во всем другом, здесь есть некоторые градации. Вы не можете компенсировать полное отсутствие навыков чтения ветра хорошей баллистикой. Точно так же, если вы самый лучший чтец ветра в мире, вы всегда сможете стрелять точнее с лучшей баллистикой. Успешный стрелок на большие дальности рассчитывает на баланс между многими навыками и полезными качествами, используемыми в стрельбе. Постоянно практикуя навыки по чтению ветра И принимая мудрые решения в отношении баллистики, каждый стрелок может приобрести удивительную толерантность к эффектам ветра.

Оставшаяся часть этой главы будет посвящена имеющим отношение к теме научным фактам ветрового сноса. Вы уже знакомы с философией того, *что* делать, а именно: минимизировать эффекты ветрового сноса. Приведенная ниже информация в этой главе позволит вам реально добиться лучшей баллистики. Помните, я не собираюсь приводить интенсивных математических выкладок. Я собираюсь обсудить имеющие отношение и выполнимые факты, которые позволят вам минимизировать неопределенности с ветром и его эффектами.



Направление Реального Ветра	Коэффициент Поперечного Ветра
12 или 6 часов	0.00
1, 5, 7 или 11 часов	0.50
2, 4, 8 или 10 часов	0.87

Рисунок 5.1. Коэффициенты поперечного ветра.

Компонента поперечного ветра

Для практической стрельбы на большие дальности, мы задумываемся только о компоненте ветра, которая дует поперек линии прицеливания. Другими словами, полностью встречный ветер и полностью попутный ветер оказывают пренебрежимо малое влияние на точку попадания пули, но поперечный ветер с 3 или 9 часов оказывает полный эффект. В реальном мире ветровая кондиция очень редко представляет собой идеальный встречный или попутный, либо поперечный ветер. Обычно ветер дует с промежуточного направления, когда одна компонента скорости ветра может быть направлена *вдоль* линии прицеливания, а другая часть направлена *поперек* линии прицеливания. Компонента ветра, направленная поперек линии прицеливания, называется *компонентой поперечного ветра*, и это компонента скорости ветра, которая интересует нас, стрелков на большие дальности. Когда вы вводите скорость ветра и направление в баллистическую программу, первое, что делает компьютер с введенными данными, это переводит эту комбинацию в компоненту поперечного ветра. На Рисунке 5.1 приведена иллюстрация коэффициентов поперечного ветра для основных часовых положений. К примеру, если ветер 10 миль/ч дует с 1 часа, и вам нужно найти компоненту поперечного ветра, вы умножаете полное значение ветра (10 миль/ч в данном случае) на коэффициент для 1 часа, который равен 0.50. Результат – 5 миль/ч. Мы можем сказать, что *компонента поперечного ветра для ветра в 10 миль/ч, дующего с 1 часа, равна 5 миль/ч.* Если бы ветер в 10 миль/ч дул с 2 часов, мы бы сказали, что *компонента поперечного ветра для ветра в 10 миль/ч, дующего с 2 часов, равна 8.7 миль/ч* (10 миль/ч, умноженные на 0.87).

При выполнении расчетов, связанных с ветровым сносом, только *компонента поперечного ветра* имеет значение. В некоторых случаях, вы можете иметь вертикальные компоненты ветра, представляющие собой ветер, дующий снизу вверх и сверху вниз через траекторию полета пуль. Эти вертикальные значения ветра обычно не настолько сильны, как горизонтальные компоненты ветра, но вам все равно нужно учитывать вертикальный ветер.

Время задержки

Время задержки – это фундаментальное понятие для понимания ветрового сноса. Говоря словами, время задержки – это разница между реальным временем полета и временем полета в вакууме, то есть, без сопротивления воздуха. К примеру, рассмотрим пулю, выстреливаемую со скоростью 3000 фт/с по мишени, расположенной на удалении 1000 ярдов от стрелка. Время полета в *вакууме* составит 1.0 секунду (пуля пролетает 3000 футов на скорости 3000 футов в секунду, потому что нет сопротивления, замедляющего пулю в вакууме). В реальности аэродинамическое сопротивление заставляет пулю замедляться во время ее полета, и поэтому реальное время полет на 1000 ярдов окажется приближенным к 1.5 секундам. В данном примере, время задержки составит:

1.5 секунды – 1.0 секунды = 0.5 секунды

В общем виде:

$$T_{lag} = tof\text{-}tof_{vac}$$ **Формула 5.1**

Где:

T_{lag} – Время Задержки (секунды)
tof – Реальное время полета пули (секунды)
tof_{vac} – Теоретическое время полета в вакууме (секунды)

Реальный ветровой снос прямо пропорционален времени задержки и скорости поперечного ветра. Другими словами, если вы удвоите время задержки, вы удвоите и ветровой снос при той же самой ветровой кондиции. Говоря словами, ветровой снос – это просто время задержки, умноженное на скорость поперечного ветра. Вот формула ветрового сноса, выраженного через время задержки:

$$W_d = W_s * T_{lag}$$

Где:

W_d – ветровой снос (футы)
W_s – поперечный ветер (футы в секунду)
T_{lag} – Время задержки (секунды)

Так как скорость ветра обычно измеряется в милях в час, и ветровой снос в дюймах, следующая формула включает коэффициент перевода с использованием общепринятых единиц.

$$W_d = 17.6 * W_s * T_{lag}$$ **Формула 5.2**

Где:

W_d – ветровой снос (дюймы)
W_s – поперечный ветер (мили в час)
T_{lag} – Время задержки (секунды)

Приведенные выше формулы полезны для понимания того, как рассчитывать ветровой снос, но они не приспособлены для практического использования. Подумайте об этом, вам нужно знать реальное время полета, чтобы рассчитать время задержки, и вам нужна баллистическая программа, чтобы найти время полета. Если у вас есть баллистическая программа, вы можете просто использовать ее для непосредственного расчета ветрового сноса! Я предлагаю заинтересованному читателю сравнить эту формулу ветра с результатами расчета баллистической программой, чтобы проверить себя, в том, что время задержки и скорость ветра связаны непосредственно так, как описывает эта простая формула.

Вывод формулы для ветрового сноса очень длинный и сложный. Формула для времени задержки – одно из тех удачных упрощений в физике, которые описывают очень сложный механизм простой и элегантной формулой. В этой книге мы не будем вдаваться во все эти детали. Для наших целей, главным, что мы возьмем из формулы для ветрового сноса, является следующее: ветровой снос непосредственно связан со *временем задержки* и *скоростью поперечного ветра.* Мы не можем контролировать скорость поперечного ветра, и у нас имеются ограниченные возможности даже измерить его, и в этом проблема. *Для нас это означает следующее: для минимизации ветрового сноса, вам нужно сфокусироваться на параметре, на который вы можете повлиять, а именно, времени задержки.* Другими словами, вот что говорит нам формула ветра: ***для того, чтобы минимизировать ветровой снос, нужно минимизировать время задержки.***

Теперь вы знаете, почему время задержки настолько важно. Помните важность опасного пространства для понижения пули? Точно так же, как опасное пространство является мерилом баллистического *качества* для понижения, время задержки является мерилом баллистического *качества* для ветрового сноса. Большее время задержки означает больший ветровой снос и наоборот. Время задержки включает в себя все вещи, которые делают пулю более восприимчивой к ветровому сносу, а именно, БК пули, дульную скорость, дальность и атмосферные кондиции.

Из всех вещей, влияющих на время задержки, два ключевых пункта интересуют нас больше всего: это Баллистический коэффициент и дульная скорость. Причина, по которой эти две вещи являются *ключевыми*, кроется в том, что этими вещами мы можем *управлять*. Дальность до цели и атмосферные кондиции также влияют на время задержки, но мы не можем управлять ими.

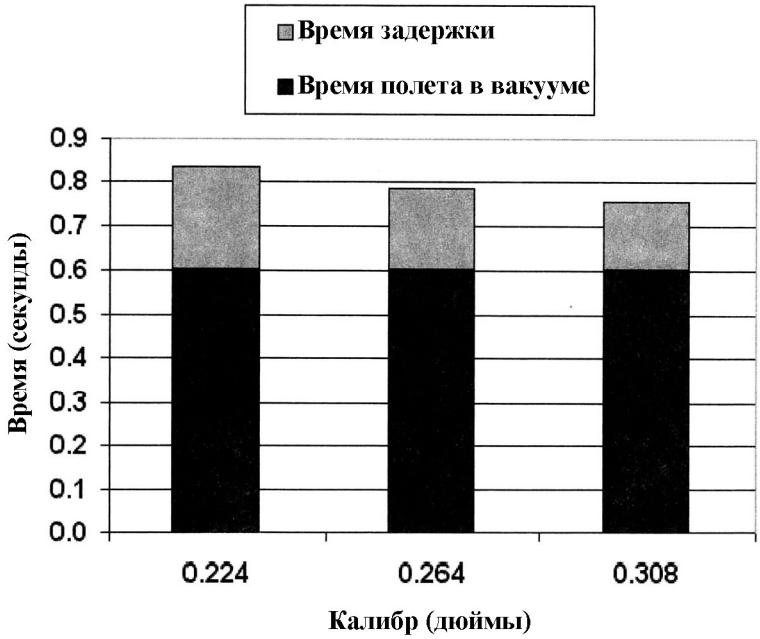
Вот небольшая подборка важных фактов, просто чтобы понять, где мы находимся:

- Ветровой снос не является детерминистским элементом, и его нельзя *измерить и взять на него поправку*, как в случае большинства переменных в стрельбе на большие дальности.
- Самым лучшим способом *работы с* неопределенностью ветрового сноса является минимизация этой неопределенности и обусловленных ею эффектов.
- Время задержки – ключевая мера баллистического *качества* для ветрового сноса.
- Чтобы минимизировать ветровой снос, нужно сфокусироваться на минимизации времени задержки.
- Многие факторы вместе взятые влияют на время задержки. Мы можем управлять только несколькими ключевыми факторами, включающими баллистический коэффициент и дульную скорость.

В приведенных ниже разделах мы углубимся в детали того, как влияет каждый из этих ключевых факторов на время задержки. Понимание этих идей поможет в процессе принятия решений, когда нужно будет применять компромиссы. Стрелки часто путают влияние скорости и БК на ветровой снос. Многие верят, что пуля с меньшим БК, вылетающая экстремально быстро, будет иметь меньший ветровой снос, потому что ветер *не будет иметь времени* для отклонения пули. Действительно ли это так? В следующих разделах будет дан ответ на этот вопрос.

Как Баллистический Коэффициент влияет на время задержки

В общем, пули с большими БК имеют меньшее время задержки.



Калибр /G7 БК	Полное tof	tof в вакууме	Время задерж.
0.224/0.171	0.838	0.600	0.238
0.264/0.205	0.786	0.600	0.186
0.308/0.233	0.758	0.600	0.158

Рисунок 5.2. Каждый патрон выстреливался со скоростью 3000 фт/с на 600 ярдов, поэтому все они имеют одинаковое время полета (tof) в вакууме. Из графика видно, что меньшие калибры с меньшими БК имеют большее время задержки.

Давайте рассмотрим три различные пули: пулю .224 калибра весом 60 гран, 6.5-мм 100-грановую пулю и 155-грановую пулю 30 калибра. Это «гипотетические пули», выдуманные для очевидности примера. Они имеют средние веса для своих калибров, и они являются масштабными копиями одна другой[2]. Другими словами, все три пули имеют одинаковый форм фактор G7, который примем равным 1.0 в данном примере. Это говорит о том, что G7 БК этих пуль будут равны их поперечным нагрузкам[3]. G7 БК для этих пуль будут следующими: 0.171, 0.205 и 0.233 соответственно. Если каждую из этих пуль выстрелить с одинаковой дульной скоростью, на одинаковую дальность, время задержки будет наибольшим для пули с самым низким БК, и наоборот. На Рисунке 5.2 показано полное время полета, время полета в вакууме и время задержки для каждой из этих трех «гипотетических пуль» для дальности 600 ярдов. Это потому, что все они выстрелены с одинаковой дульной скоростью на одну и ту же дальность. 3000 фт/с для 600 ярдов (1800 футов) – это 1800/3000 = 0.600 секунд. Теперь, так как пули имеют различные БК из-за того, что это пули в различных калибрах и весах, все они теряют скорость по-разному. Пули с высоким БК сохраняют скорость лучше, чем пули с низким БК. Так как пули с высоким БК сохраняют скорость лучше, полное время полета для них будет меньшим, что означает, что и время задержки будет меньшим. В этом концептуальном примере, 155-грановая пуля 30 калибра имеет на 0.08 секунды меньшее время задержки, чем 60-грановая пуля 224 калибра. Это означает, что пуля 30 калибра будет на 32% менее чувствительной к ветру, чем пуля 224 калибра *для всех ветровых кондиций на 600 ярдах.* Для случая поперечного ветра со скоростью 10 миль/ч, пуля .224 ка-

[2] Смотри Главу 11, где представлено детальное описание масштабирования пуль в различных калибрах.

[3] В Главе 2 содержатся детали того, как рассчитывать БК из форм фактора и поперечной нагрузки.

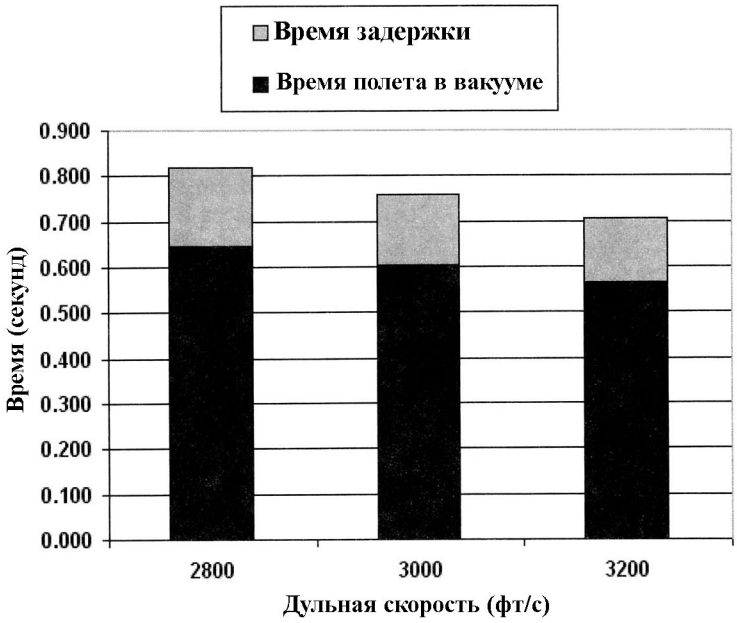
либра будет иметь 42 дюйма ветрового сноса, а пуля .30 калибра будет иметь всего 28 дюймов ветрового сноса. На другой дальности времена задержки будут другими, и относительные пропорции изменятся. Если одна пуля имеет преимущество во времени задержки на определенной дальности, это преимущество будет большим на больших дальностях[4].

Да, в этом примере использовались «гипотетические пули», но они хорошо иллюстрируют тенденцию. Иногда проще работать с упрощенными моделями для того, чтобы наглядно увидеть физические законы, управляющие сложной проблемой. Просто убеждайтесь в том, что ваша модель не *слишком* упрощена.

Как дульная скорость влияет на время задержки

В общем, большая дульная скорость уменьшает время задержки.

Чтобы исследовать эту идею, рассмотрим только 155-грановую пулю 30 калибра, использовавшуюся в концептуальном примере выше. Я выбрал данную пулю потому, что она очень близка к реальной пуле. 155-грановая пуля Lapua Scenar .308 калибра имеет форм фактор G7, очень близкий к 1.0 для любых практических целей, и G7 БК в 0.236. Как упоминалось выше, эта концептуальная пуля имеет G7 БК 0.233. На Рисунке 5.3 показана тенденция изменения времени задержки для этой пули, выстреливаемой с различными дульными скоростями на дальность 600 ярдов.



Дульная Скорость	Полное tof	tof в вакууме	Время задержки
2800 фт/с	0.819	0.643	0.176
3000 фт/с	0.758	0.600	0.158
3200 фт/с	0.705	0.563	0.142

Рисунок 5.3. 155-грановая пуля .30 калибра, G7 БК = 0.233, отстреливавшаяся на 600 ярдов. Полное время полета (tof), tof в вакууме и время задержки для 3 различных дульных скоростей.

Вот некоторые интересные наблюдения, которые можно сделать на этом Рисунке. Очевидно, что большая дульная скорость приводит к меньшему времени полета в вакууме, и меньшему времени задержки. Тем не менее, интересно то, что tof в вакууме уменьшается сильнее, чем время задержки по мере роста дульной скорости. Когда дульная скорость возрастает с 2800 фт/с до 3200 фт/с, tof в вакууме снижается на 0.080 секунд, в то время как

[4] Это заявление верно для пуль, выстреливаемых с одинаковой дульной скоростью.

время задержки уменьшается всего на 0.034 секунды. Понятно, что падение времени полета в вакууме прямо пропорционально увеличению дульной скорости, но выполняется ли то же соотношение для времени задержки? Взгляните на столбиковую диаграмму, изображенную на Рисунке 5.3. Обратите внимание на то, как столбцы для высокой скорости кажутся *сжатыми.* Именно это вы делаете, когда начинаете двигаться быстрее: *сжимаете время,* требуемое для того, чтобы покрыть дистанцию. Но если вы посмотрите на числа, вы можете увидеть, что время задержки не является постоянной частью полного времени полета. К примеру, на низкой скорости (2800 фт/с), время задержки равно: 0.176/0.819=22% от полного tof. На высокой скорости (3200 фт/с), время полета равно всего: 0.142/0.705 = 20% от полного tof. Почему вообще должна *доля времени задержки* изменяться при изменении дульной скорости, и почему она оказывается меньшей на более высоких скоростях? Ответ на этот вопрос можно найти в профиле сопротивления на сверхзвуке. Помните графики зависимости Cd от Маха, приведенные в Главе 2? ***Коэффициент сопротивления воздуха будет меньшим на более высоких скоростях, и поэтому для более высоких скоростей характерны меньшие доли времени задержки.*** Конечно же, *сила* сопротивления оказывается большей на более высоких скоростях из-за более высокого динамического давления, но так как *коэффициент сопротивления* оказывается меньшим, пуля имеет меньшую *долю времени задержки* на более высоких скоростях, что приводит к чуть меньшей доли времени задержки.

В заключение, приведу две причины того, почему время задержки будет меньшим для пуль, выстреливаемых с более высокими дульными скоростями:

1. Увеличение дульной скорости эффективно *сжимает* линию времени полета. Время полета в вакууме и время задержки сжимаются оба. Это первичная причина уменьшения времени задержки для увеличенных дульных скоростей.

2. Увеличение дульной скорости также уменьшает *долю времени задержки* во времени полета из-за более низкого коэффициента сопротивления, свойственного более высоким сверхзвуковым скоростям. Этот эффект считается вторичным в сравнении с предыдущим.

Реальность: Совместное действие БК и дульной скорости на время задержки

В двух предыдущих разделах мы рассматривали влияние БК и дульной скорости на время задержки. Эти два воздействия были изучены отдельно друг от друга, чтобы можно было понять отдельные механизмы их работы прежде, чем пробовать совместить их.

Мой 8-летний племянник работает над своим первым изложением по прочитанной книге. Для того, чтобы написать изложение по книге, вам нужно освоить основы чтения, понимания и письма, и все это осваивается независимо прежде чем совместить это все. Многие идеи во внешней баллистике, включая данное обсуждение времени задержки и ветрового сноса, похожи на это изложение по книге. Вы изолируете и осваиваете понимание отдельных частей прежде, чем вы сможете собрать их разумным образом. Этот раздел можете считать *изложением* по времени задержки.

В реальности, вам никогда не придется выбирать между скоростью и БК по-отдельности, так как эти два параметра тесно связаны друг с другом. Обычно выбор пули с более высоким БК означает больший вес, и это означает более низкую дульную скорость. Чтобы рассмотреть влияние и БК, и скорости, нам нужен какой-то способ связать их. Насколько медленнее, как мы можем ожидать, полетят более тяжелые пули из данного конкретного патрона? Мы просто можем использовать технику энергетического баланса для того, чтобы примерно ответить на этот вопрос. Эта техника основана на идее сопоставления кинетической энергии на дульном срезе. К примеру, рассмотрим патрон .308 Winchester с 155-грановой пулей. Если вы можете получить 3000 фт/с из этой комбинации, какую скорость вы сможете придать 175-грановой пуле из того же самого патрона при том же уровне давления?

Приведенная ниже формула может быть использована для прогнозирования скорости пуль различного веса, *одного и того же калибра, выстреливаемых из одного и того же патрона на одном и том же давлении.*

$$V_2 = \sqrt{\frac{V_1^2 W_1}{W_2}}$$ **Формула 5.3**

Где:

V_2 – скорость пули, которую вы ищете, в фт/с
V_1 – скорость пули, которую вы знаете, в фт/с
W_2 – вес пули, который вы ищете, в гранах
W_1 – вес пули, который вы знаете, в гранах

Для изложенного выше примера, Формула 5.3 примет вид:

$$V_2 = \sqrt{\frac{3000^2 \cdot 155}{175}}$$

$$V_2 = 2823 \text{ фт/с}$$

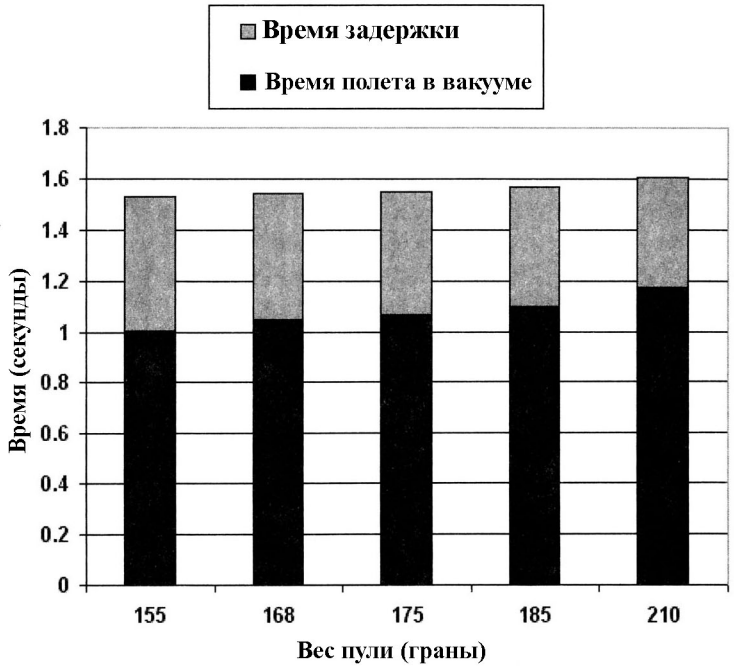
Это говорит нам о том, что если мы можем достичь 3000 фт/с на 155-грановой пуле, то мы можем ожидать 2823 фт/с для 175-грановой пули, снаряженной до того же давления.

Эту технику можно использовать для примерного расчета скоростей, которые могут быть достигнуты с пулями различного веса в данном патроне. Мы исходим из предположения, что кинетическая энергия на дульном срезе остается постоянной. Это соответствует тому, что среднее давление в патронника также совпадает. Другими словами, если 3000-фт/с заряд был горячим для 155-грановой пули, то и 2823-фт/с заряд будет таким же горячим для 175-грановой пули. Это приближение хорошо совпадает с данными из реального мира, но вы должны точно запомнить то, что это всего лишь приближение. Вы можете столкнуться с примерами, когда числа не будут хорошо совпадать с этой формулой, особенно для пуль различных брэндов. Иногда номинальный диаметр пули варьируется между брэндами, и это также влияет на внутреннюю баллистику образом, не учитываемым этой формулой. Более того, пороха с более медленными скоростями горения, обычно используемые для более тяжелых пуль, обычно изменяют характер давления в патроннике, и ухудшают точность предсказания скорости с использованием данной техники. Даже с такими практическими проблемами, соответствующими данной технике прогнозирования, ее достаточно для нашего текущего исследования тенденций, связанных со временем задержки. Теперь у нас есть способ прогнозирования компромисса БК и скорости, так что, давайте исследуем его влияние на время задержки.

Для этой книги мы вначале поместим под микроскоп .308 Winchester, и исследуем возможные комбинации БК и скорости, и времена задержки, связанные с каждым случаем. Чтобы упростить процесс, мы сосредоточимся на линейке пуль, имеющих достаточно постоянный форм фактор, Berger VLD. Эти пули доступны в .30 калибре в следующих весах: 155 гран, 168 гран, 175 гран, 185 гран, 190 гран и 210 гран. Пули весом от 155 до 175 гран все имеют практически одинаковую форму. Пули весом от 185 до 210 гран имеют более длинный боаттэйл (что уменьшает донное сопротивление), но более длинную общую длину (что увеличивает сопротивление поверхностного трения). И кроме того, вся эта линейка пуль VLD имеет относительно одинаковый форм фактор, в среднем равный 1.0. Для данной книги, мы примем форм фактор для всех этих пуль равным 1.0. И, в конце концов, это исследование времени задержки, а не форм фактора. Обратите внимание на то, что такое же исследование может быть выполнено для любой линейки пуль, имеющих одинаковый форм фактор, будь то Nosler Ballistic Tip, Sierra Match King, Hornady A-Max, Lapua Scenar и т.д. Амби-

циозные читатели могут заняться повторением этого анализа с использованием реальных форм факторов для каждой пули, которые можно найти в конце этой книги.

Для этого анализа, я выбрал модель достаточно *жесткого* заряда для .308 Winchester, популярного среди стрелков Palma. Участники этих соревнований могут добиваться в среднем 3000 фт/с на 155-грановых пулях, что необходимо для международных соревнований Palma и Fullbore. Этот заряд является практически максимальным зарядом в плане давления в патроннике для .308 Winchester с 30″ стволом. Весь анализ, проделанный в следующем примере, будет основан на данном уровне кинетической энергии (давления в патроннике) для .308 Winchester, равном 3095 фт-фунтов. На Рисунке 5.4 изображено то, как влияет на время задержки изменение веса пули в патроне .308 Winchester. Вот какие основные выводы напрашиваются из этого анализа для .308 Winchester, вытекающие из изображенного на Рисунке 5.4:



Вес	G7 БК	ДС (фт/с)	Полное tof	tof в вак.	Время зад.
155 гран	0.233	3000	1.528	1.000	0.528
168 гран	0.253	2882	1.543	1.041	0.502
175 гран	0.263	2824	1.552	1.062	0.489
185 гран	0.279	2746	1.566	1.092	0.473
210 гран	0.316	2578	1.604	1.164	0.440

Рисунок 5.4. Время задержки на 1000 ярдов для пуль различного веса, выстреливаемых с одинаковой дульной энергией.

В порядке от легких к тяжелым:

1. Дульная скорость уменьшается. Это естественное последствие необходимости уменьшать пороховой заряд, чтобы сохранять давление постоянным.
2. *Полное время полета* увеличивается из-за пониженной дульной скорости более тяжелых пуль.
3. *Время полета в вакууме* увеличивается, также из-за уменьшившейся дульной скорости для более тяжелых пуль.
4. ***Время задержки уменьшается из-за увеличившегося БК более тяжелых пуль.***

Пункт номер 4 является самым важным пунктом, и наиболее ценным выводом из всего анализа. Он говорит о том, что несмотря на то, что более тяжелые пули начинают полет на более медленной скорости и имеют большее полное время полета, более высокий БК не только компенсирует это, но и приводит к появлению преимущества для более медленной и тяжелой пули. Другими словами, ***при одинаковом уровне начальной энергии, более тяжелая пуля в итоге будет иметь меньшее время задержки, потому что увеличившийся БК уменьшает время задержки сильнее, чем уменьшившаяся скорость увеличивает его.***

То есть, можно сделать вывод о том, что минимальное время задержки всегда реализуется с пулей, имеющей самый большой БК (самой тяжелой), доступной в данном калибре. Существует и исключение из этого правила, и оно станет очевидным, если вы вспомните приближения, примененные нами в этом анализе. В частности, предположение о том, что форм факторы будут одинаковыми для всех рассматриваемых пуль, не всегда соответствует действительности.

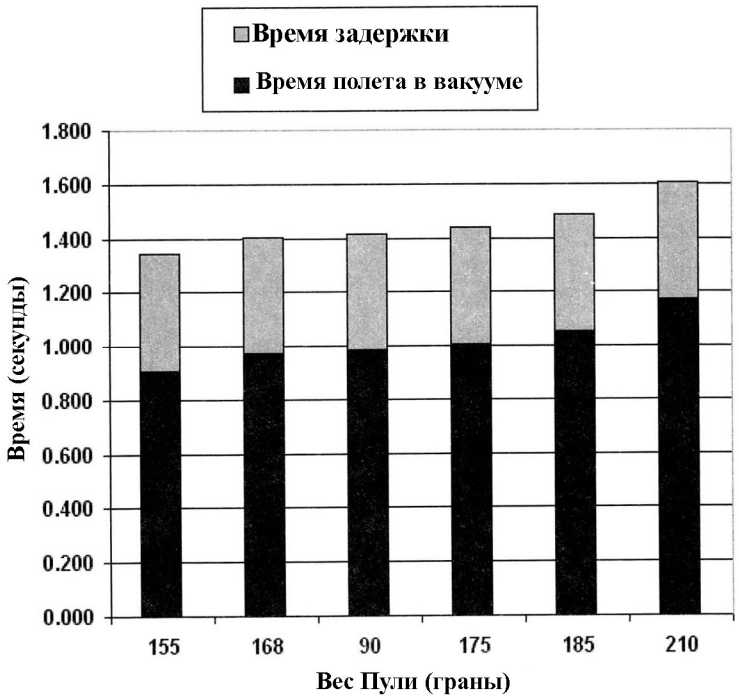
К примеру, этот вывод сохраняется, если вы рассматриваете только пули Berger VLD, или только Sierra MatchKing. В данном случае, все пули будут иметь в точности одинаковый форм фактор. Тем не менее, если вы сравниваете пули легкого веса с хорошим форм фактором с тяжелой пулей с плохим форм фактором, есть возможность, что их БК окажутся примерно одинаковыми. В этом случае преимущество будет на стороне более легкой пули, потому что она будет иметь более высокую дульную скорость и БК, равный более тяжелой пуле. *Если БК одинаковые, конечно же, более быстрая пуля будет иметь меньшее время задержки.*

Предыдущий анализ мог вызвать у некоторых читателей следующий вопрос. *Возможно ли выстреливать пули с меньшим БК (более легкими) достаточно быстро, чтобы они имели меньшее время задержки, чем пули с более высоким БК (более тяжелые), и насколько быстрее должны вылетать более легкие пули, чтобы этого достичь?* Короткий ответ: Да, это возможно, но более легкие пули потребуют *намного больших* скоростей. Как показано в предыдущих разделах, потребуется намного больше дополнительной дульной скорости, чтобы достичь такого же уменьшения времени задержки, как небольшое увеличение БК. А чтобы ответить на этот *вопрос длинно*, приведем следующий анализ.

В данном примере, мы рассмотрим .308 Winchester с 210-грановой VLD, имеющей 0.440 секунд времени задержки на 1000 ярдах, в качестве комбинации, которую необходимо превзойти. Посмотрим, насколько быстро должны выстреливаться другие пули .308 калибра, чтобы соответствовать по времени задержки. Мы также рассмотрим малый калибр - .224 с 90-грановой пулей, самой тяжелой VLD, сделанной для этого калибра. Продолжим, сделав предположение о том, что все эти пули, будучи VLD, имеют одинаковый форм фактор. Найдем, какая дульная скорость требуется для каждой пули, чтобы соответствовать по времени задержки .308 Winchester с 210-грановыми VLD на 2528 фт/с дульной скорости. На Рисунке 5.5 подытожены результаты.

На Рисунке 5.5 мы видим ожидаемую тенденцию к тому, что более легкие пули потребуют больше скорости и более коротких общих времен полета для того, чтобы соответствовать по времени задержки пуле с более высоким БК. Взглянем на скорость, требуемую для 155-грановой пули, чтобы она соответствовала по времени задержки 210-грановой пуле: 3330 фт/с. Это невозможно в нормальном, безопасном .308 Winchester. 2528 фт/с для 210-грановой пули, тем не менее, полностью достижимая скорость при безопасных уровнях давления. Также обратите внимание на то, что кинетическая энергия на дульном срезе будет на 700 фт-фунтов большей для 155-грановой пули.

Взгляните на то, как 90-грановая пуля .224 калибра соревнуется с пулями .30 калибра. Эта маленькая 90-грановая пуля требует 3080 фт/с для достижения времени задержки 0.440 секунд, чего трудно добиться для этой пули в стандартных патронниках. Если поместить достаточно пороха позади этой маленькой пули, чтобы заставить ее лететь достаточно быстро, определенно, приведет к увеличенной скорости износа ствола.



Вес Пули	G7 БК	ДС (фт/с)	КЭ	Полное tof	tof в вакууме	Время задержки
155 gr	0.233	3330	3813	1.341	0.901	0.440
168 gr	0.253	3113	3611	1.404	0.964	0.440
90 gr (.224 кал)	0.256	3080	1894	1.414	0.974	0.440
175 gr	0.263	3005	3505	1.439	0.998	0.440
185 gr	0.279	2870	3378	1.485	1.046	0.440
210 gr	0.316	2578	3096	1.604	1.164	0.440

Рисунок 5.5. Пули с меньшими БК нуждаются в большей дульной скорости для того, чтобы соответствовать по времени задержки пулям с более высоким БК, *независимо от калибра и веса пуль.*

Я также хотел бы отметить, что требуемая дульная скорость для 90-грановой пули находится между скоростями для 168-грановой и 175-грановой пуль .30 калибра, *также как и БК для этой 90-грановой пули.* Важность этого факта состоит в том, что он демонстрирует тот факт, что только БК и дульная скорость определяют время задержки для полета пули. Хотя 90-грановая пуля имеет меньшим калибр, намного меньший вес и намного меньшую КЭ на дульном срезе, время задержки будет находиться в полном соответствии с БК пули. Некоторые стрелки верят в то, что важнее рассчитывать ветровой снос, чем БК и дульную скорость. *Это не так!* Если две пули имеют одинаковый БК, и выстреливаются с одинаковой скоростью, не имеет значение, какая из них тяжелее, или другого калибра, или имеет другой форм фактор. Возможно, все три фактора (калибр, вес и форм фактор) будут различными, но совместно они производят одинаковый БК. Если БК и дульная скорость равны, время задержки и получающийся в результате ветровой снос будут также равными, всегда. Переформулирую эту мысль: ***Все параметры траекторий будут идентичными, если БК и дульная скорость идентичны.***

Понятно, почему этот факт может оказаться трудным для восприятия, и почему так много *тумана* окружает тему ветрового сноса. Прежде всего, это зависимость форм фактора от скорости, описанная в Главе 2 (то есть, стандарты G1 против G7). Кроме того, как мы знаем, в реальности редко встречается устойчивый поперечный ветер, который позволил бы выполнять точные сравнения ветрового сноса. Несмотря на все эти разговоры, которыми мутят

воду, можете быть уверенными, что: ***для заданной дальности и атмосферной кондиции, время задержки и ветровой снос будут полностью зависеть только от дульной скорости и БК.***

Вот перечень важных выводов, которые можно сделать из этого раздела, касающихся ветровому сносу:

1. Так как ветровой снос не может быть спрогнозирован точно, наилучшим способом решения проблемы является ***ее минимизация.***
2. Время задержки – это характеристика полета пули, непосредственно связанная с ветровым сносом. Минимизировав время задержки, вы также минимизируете ветровой снос.
3. На время задержки влияют две основные вещи, которыми стрелок может управлять: БК и дульная скорость.
4. Увеличение БК уменьшает время задержки для заданной дульной скорости.
5. Увеличение дульной скорости уменьшает время задержки для заданного БК.
6. Для заданного уровня дульной энергии (в данном калибре), наилучшей комбинацией БК и дульной скорости является использование самой тяжелой пули (с самым высоким БК) из доступных, даже если она будет иметь самую медленную дульную скорость.
7. Существует возможность для пули с низким БК иметь меньшее время задержки, и меньший ветровой снос, чем пуля с более высоким БК, но пуля с меньшим БК нуждается в том, чтобы вылетать намного быстрее, чтобы выполнить это.
8. Дульная скорость и БК являются единственными параметрами, определяющими чувствительность пули к ветру.

Ближний Ветер и Дальний Ветер

Ветровые кондиции в реальном мире настолько сильно изменяются между дульным срезом ствола и мишенью, что невозможно знать точную скорость и направление ветра для всех точек траектории. А так как вы не можете знать весь ветер постоянно, критически важно знать, какому ветру важнее уделять внимание. И очень часто возникают дебаты между стрелками на большие дальности именно по этому вопросу. Имеет ли ветер, дующий около стрелка (ближний ветер) большее влияние на полный ветровой снос, или ветер у мишени (дальний ветер) более важен? В двух расположенных ниже подразделах будут объяснены сути аргументов в пользу каждой точки зрения.

Аргументы в пользу ближнего ветра

Ближний ветер более важен потому, что ветер влияет на пулю в самом начале ее полета. Пуля проведет остаток полета на искривленной траектории, на которую повлиял ближний ветер. Наоборот, дальний ветер не влияет на пулю вплоть до почти самой мишени, но тогда полет пули уже почти завершен.

Аргументы в пользу дальнего ветра

Дальний ветер более важен потому, что пуля летит медленнее, когда находится далеко от стрелка, и она сильнее подвержена эффектам ветра. Пуля проводит больше времени, покрывая последнюю половину своего полета, чем первую половину, поэтому ветер имеет больше времени для воздействия на нее, и отклонения пули. Когда пуля недалеко от стрелка, она летит настолько быстро, что ветер слабо воздействует на ее полет.

Я знаю нескольких сторонников каждой из представленных выше позиций, имеющих очень хорошую репутацию, что говорит о том, что простого решения этого спора быть не может. Давайте пойдем чуть глубже и исследуем детали этой проблемы.

Прежде всего, мы должны помнить, что нас интересуют реальные эффекты, обусловленные ветром, а не то, что может быть рассчитано в каких-то учебниках, после проведения

некоторых упрощений. Но тем не менее, полезно вначале посмотреть на ответы, приводимые в учебниках, если ничего другого не остается, чтобы у нас была отправная точка.

Ответ из учебника утверждает, что ближний ветер более важен, чем дальний ветер, по причине, приведенной выше. Для заданной скорости, *полное отклонение* будет сильнее зависеть от того, как на пулю воздействует ветер в начале ее полета. К примеру, рассмотрим пулю, выстреливаемую в поперечный ветер, которая получает отклонение 1″ на 100 ярдов. Теперь позволим ей пролететь еще 900 ярдов в нулевой ветер. Полный снос будет равен 10″ на 1000 ярдов. Теперь отстреляем ту же самую пулю так, чтобы первые 900 ярдов она летела в нулевой ветер, а затем последние 100 ярдов с поперечным ветром. Пулю может сдуть более чем на 1″ на этих последних 100 ярдах, потому что она будет лететь медленнее. Тем не менее, ее сдует намного меньше чем на 10″. Этот пример четко иллюстрирует точку зрения *учебника*, в котором говорится, что ближний ветер более важен чем дальний ветер.

Но есть несколько проблем с аргументацией *учебника* (не удивительно!). Прежде всего, *постоянный* ветер, использованный в этом примере, никогда не существует. Обычно, скорость ветра и направление достаточно сильно изменяются по траектории пули. Иногда ветер оказывается более сильным на дальности, и/или имеет большую поперечную компоненту, и эти эффекты делают пулю более подверженной отклонениям на большой дальности. Во-вторых, есть еще одно важное в реальном мире измерение поведения ветра, о котором говорят не часто: *градиент ветра. Градиент ветра* – это вариация скорости ветра с высотой от поверхности земли. Скорость ветра непосредственно у земли, в траве, практически равна нулю. Один фут выше травы/растительности – дует бриз, и чем выше вы поднимаетесь, тем более сильным делается ветер (до какого-то предела). Таким образом, ветер оказывается в несколько раз более быстрым на высоте от 10 до 20 футов над поверхностью земли (на вершине траектории пули), чем непосредственно у земли, откуда стреляет стрелок. ***Ответ из учебника на вопрос о превосходстве ближнего/дальнего ветра полностью игнорирует присутствие «градиента ветра»,*** что является одной из причин, почему теория не всегда подтверждается практикой.

Итак, если аргументация за ближний ветер не действует, тогда дальний ветер должен иметь большее значение, не так ли? Не так быстро! Один лишь тот факт, что пуля летит на ½ медленнее у мишени, не означает, что она будет в два раза чувствительнее к ветру (смотрите приведенное выше обсуждение времени задержки). Пуля будет лишь чуть более чувствительна к ветру на более низких скоростях, но не так сильно, как обычно считается.

Вот ответ! Если это не ближний ветер, и не дальний ветер, тогда ветер на половине пути между стрелком и мишенью должен быть самым важным, не так ли? На середине расстояния между стрелком и мишенью пуля поднимается до самой высокой точки над землей, и там она подвергается ветру с самой высокой скоростью, значит, ветер на середине траектории должен быть самым важным, не так ли? Опять нет!

Ладно, если это не ближний ветер, не дальний ветер и не средний ветер, тогда какой ветер самый важный?! Настоящий ответ: это зависит от обстоятельств. Это зависит в основном, от уникальных особенностей рельефа местности, поверх которого вы стреляете.

Этот спор о важности ближнего ветра/дальнего ветра является прекрасной иллюстрацией того, почему ветер нужно учитывать отдельно стрелкам на большие дальности. Мы выработали привычку измерять все переменные и делать на них поправки, поэтому мы пробуем применить ту же технику и к ветру. Мы думаем, что должны быть какие-то общие управляющие простые правила, которые могут быть применены для систематического учета ветра в любой ситуации, но это не так. Фактически, безоговорочное применение какой-то одной политики, будь то ближний ветер или дальний ветер, может привести к еще худшим результатам, чем не применение никакой политики вообще. Правильное решение – это исследовать стрельбище и изучить уникальные свойства рельефа, а затем принять решение на основании информации о том, что является наиболее важным для данного места.

Я расскажу вам историю о том, как этот урок усвоил я. Я изучал баллистику и эффекты ветра, и знал о приводимых в учебниках аргументах о наибольшей важности ближнего

ветра. В 2008 году я поехал в оружейный клуб Уиннекуа в Лоди, Висконсин, на Чемпионат Палма Среднего Запада. Это должно было стать моей первой стрельбой на том стрельбище, и конкуренция на этих 4-дневных соревнованиях обещала быть сильной. Соревнования Палма, вроде этих, где все должны стрелять патроном .308 Winchester, обычно выигрываются теми, кто лучше остальных читает ветер. Будучи незнакомым с этим стрельбищем, я знал, что с самого начала должен быстро изучить уникальные свойства этого стрельбища. Если смотреть через стрельбище на мишени на Лоди, то одна особенность бросается в глаза сильнее, чем любые другие. Долина разделяет стрельбище справа, примерно в 300 ярдах перед мишенями. В этой долине нет деревьев, которые бы замедляли ветер, как во всех других местах этого стрельбища. Кроме того, когда пуля летит над этой долиной, она находится выше над землей, чем в всех других точках траектории, что является еще одной причиной, почему можно ожидать высоких скоростей ветра в этой точке. Я решил до своего первого выстрела, что я буду уделять самое пристальное внимание флагам, расположенным в этой долине и около нее, хотя учебник советует уделять самое пристальное внимание флагам, самым близким к стрелку. Я претворял в жизнь этот свой план с самого первого до самого последнего выстрела в этих соревнованиях, и выиграл чемпионат. Много раз за 4 дня стрелки уходили с линии огня покачивая головами, бормоча что-то о ветре, который невозможно прочесть. Все может оказаться сильно сбивающим с толку, если вы будете наблюдать за неверными индикаторами и пробовать коррелировать их с тем, что видите на мишени.

Приведенный выше пример – лишь один из случаев, иллюстрирующих применение правильной политики в отношении ветра в полевых условиях. Эта политика – гибкость. При оценке влияния ветра, изучите основные особенности местности и то, как они будут влиять на розу ветров вдоль вашей линии прицеливания. Если ваша начальная оценка важных индикаторов на стрельбище будет плохо коррелировать с тем, что получается на мишени, ищите другие индикаторы, и будьте готовы к тому, чтобы менять свои решения до тех пор, пока не найдете реальные индикаторы. Конечно, охотники на большие дальности и тактические стрелки не часто стреляют более одного выстрела, поэтому процесс *предположи и проверь*, будет не сильно практичным. В случае, если у вас будет только один выстрел, вам придется рассчитывать только на опыт и ваши собственные критические оценки ситуации. Если у вас нет никакого опыта, вы не почерпнете его отсюда или из какой-нибудь другой книги! Это то, что вам просто необходимо тренировать, уделяя пристальное внимание причинам и следствиям, вспоминая уроки на следующий раз.

Механизм Ветрового Сноса

До настоящего момента эта глава, посвященная ветровому сносу, выдерживалась в духе этой книги, то есть информация в ней приводилась готовая к непосредственному исполнению, или которую можно использовать для исследования и принять, в последствии, практические решения в отношении вашего стрелкового оборудования и зарядов. Этот раздел слегка отличается от предыдущих. Не обязательно знать точно, *как* ветер действует ветер, когда отклоняет пулю. Нам интересны только важные факторы, влияющие на то, *насколько* пули отклоняются, и на то, как минимизировать это отклонение. Так как ветровой снос является настолько важным параметром в стрельбе на большие дальности, и так как его также широко недооценивают, я решил включить этот раздел, в котором в точности объясняется то, *как* ветер отклоняет наши пули. Те кто по-настоящему заинтересован только в той информации – руководстве к действию, могут рассматривать этот раздел в качестве опционального. Я включил ее для более академически настроенных читателей. Мои объяснения будут словесными и визуальными, формулы оставим в стороне.

Наиболее распространенным мифом о том, как ветер отклоняет пулю, является следующий: ветер дует на сторону пули, как на воздушный шарик, и сдувает ее с курса. Это объяснение ветрового сноса просто и интуитивно, но очень неверно.

Чтобы по-настоящему понять то, что делает пуля, когда ее выстреливают в поперечный ветер, нужно ознакомиться с понятием стабильности. Стабильности посвящена одна из

последующих глав, но сейчас я приведу базовое определение этого понятия, чтобы мы могли продолжать. *Стабильность для снарядов, стабилизируемых вращением, это когда пуля способна оставаться летящей носиком вперед.* Это определение не полное, но его достаточно для наших целей. Важной частью этого определения является фраза *летящей носиком вперед.* Это не означает, что носик направлен непосредственно вдоль линии прицеливания. *Это означает, что данный носик всегда направлен прямо на набегающий воздушный поток, как флюгер.* Легко представить себе эффект флюгера, если вы когда-либо стреляли из лука или арбалета в сильный поперечный ветер. Несмотря на то, что стрелы стабилизируются оперением, а пули стабилизируются вращением, оба эти снаряда направляют свои носовые части на набегающий воздушный поток, когда находятся в стабильном полете. Сохранение носика направленным на ветер – вот фундаментальное определение стабильности, причем неважно чем она достигается - оперением или вращением.

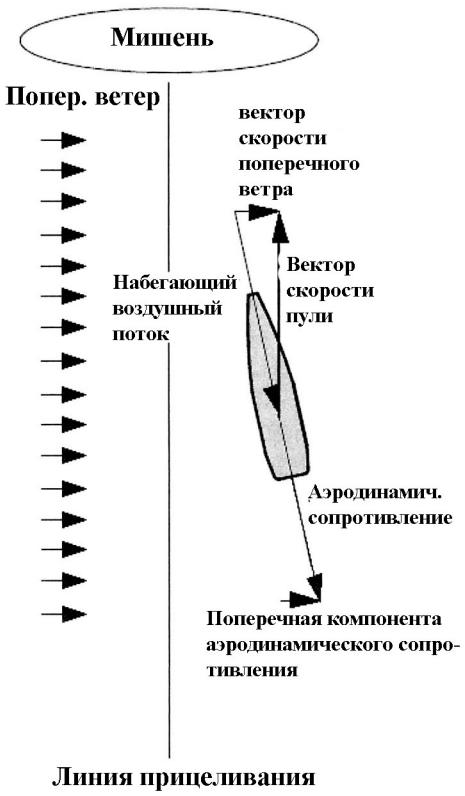


Рисунок 5.6. Механизм ветрового сноса.

В ситуации отсутствия ветра, если пуля направлено прямо на набегающий воздушный поток, то это то же самое, что пуля направлена вдоль линии прицеливания. Тем не менее, этот порядок нарушится, если вы введете поперечный ветер. Если воздух, через который летит пуля, движется *в боковом направлении*, пуля развернет свой носик на набегающий воздушный поток, точно также как это делает флюгер. Теперь *ось пули больше не будет совпадать с линией прицеливания.* На Рисунке 5.6 показан преувеличенный эскиз того, как пуля направляет свой нос на набегающий воздушный поток, и летит под углом к линии прицеливания. Опять же, угол на этом рисунке также преувеличен.

На практике, пуля отклоняется лишь на очень небольшой угол от линии прицеливания, обычно меньше ½ градуса. Когда пуля летит под углом к линии прицеливания, сила аэродинамического сопротивления действует параллельно воздушному потоку, которая параллельна оси пули, но *не параллельна* с линией прицеливания. В результате возникает небольшая компонента аэродинамического сопротивления, действующая на пулю, направленная *поперек* линии прицеливания. Эта небольшая поперечная компонента силы сопротивления является тем, что ускоряет пулю в направлении от линии прицеливания. Тригонометрия определения угла полета пули довольно проста. Если пуля летит на скорости 3000 фт/с, и поперечный ветер имеет скорость 14.67 фт/с (10 миль/ч), то пуля будет лететь под: арктангенс (14.67/3000) = 0.28 градуса. (арктангенс (x) означает угол, тангенс которого равен x). Вы можете рассчитать величину поперечной компоненты силы сопротивления таким же образом. К примеру, если всего вдоль оси пули было приложено 1.5 полных фунта силы сопротивления, то поперечная часть этой силы равна: 14.67/3000, или 0.489%. Итак, в этом примере будет 0.007335 фунта (или 51.3 грана) силы, действующей на ускорение пули в направлении, перпендикулярном линии прицеливания. При этом остается 1.4927 фунта (10 449 гран) силы, действующей в направлении, противоположном движению пули вперед.

Теперь представьте, что пуля на Рисунке 5.6 имеет крошечный ракетный двигатель, способный генерировать силу тяги, равную силе сопротивления. Пуля все еще работает как флюгер в набегающем воздушном потоке. Если сила тяги равна силе сопротивления, пуля будет сохранять скорость, так как силы, действующие в противоположных направлениях, уравновешены. Более того, если сила тяги равна силе сопротивления, пуля не будет иметь

равновесной силы, действующей поперек линии прицеливания, и ветрового сноса не будет. Другой способ придти к такому же выводу – это рассмотреть процесс в единицах времени задержки. Если скорость сохраняется, то время полета в вакууме и реальном время полета будут одинаковыми, и время задержки будет равно нулю. Как прогнозируется формулой ветрового сноса, если время задержки равно нулю, то и ветрового сноса не будет.

Если приложить избыточную силу тяги, то есть, если сила тяги будет больше силы сопротивления воздуха, то пуля все еще будет представлять собой флюгер под действием ветра, но теперь равнодействующая сила поперек линии прицеливания будет направлена против ветра, и ветровой *снос* будет происходить в сторону, откуда дует ветер, а не наоборот. Это именно то, что происходит, когда ракету выстреливают в поперечный ветер, по крайней мере, на разгонном участке траектории. После того, как твердое ракетное топливо выгорает, и сила тяги исчезает, ракета сдувается обратно по ветру, как пуля.

Вся эта *глупая болтовня* о пулях с силой тяги не настолько далека от проблемы, как вам может показаться. Горючее вещество в донце трассера, горящее красным, на самом деле, производит небольшую тягу, но она намного меньше полной силы сопротивления, действующей на пулю. В результате этого трассирующие патроны имеют меньший ветровой снос (и меньшее понижение траектории), чем остальные патроны. Учитывая стоящую перед трассерами задачу помечать траекторию других патронов, и тот факт, что ими иногда стреляют в сильные поперечные ветра (как бортовые стрелки на бомбардировщиках второй мировой), важно, чтобы трассеры летели как остальные патроны. Более того, трассирующие патроны теряют вес в полете, в отличие от обычных патронов, которые они должны маркировать. Это представляет сложную конструкторскую проблему для конструкторов патронов, но я не буду углубляться дальше в это. Мы уже и так сильно отошли от темы стрельбы на большие дальности.

Практические выводы из главы, посвященной ветру

Большая часть материала в этой главе была технической. Я приведу краткий итог по важным пунктам:

- Ветровой снос – оказывающий наибольшее влияние недетерминистский элемент во внешней баллистике больших дальностей.
- Наилучшая стратегия противодействия неопределенности ветрового сноса – это *минимизация этой неопределенности и ее влияния*.
- Время задержки – это фундаментальная мера ветрового сноса. Время задержки уменьшается при использовании пуль с высоким БК и высокой дульной скорости.
- При выборе компромисса между пулями с низким БК (малый вес) на высокой скорости в сравнении с пулями с высоким БК (тяжелыми) на уменьшенных скоростях, пули с высоким БК на меньших скоростях показывают меньшее время задержки и меньше сносятся ветром.
- Академический спор *ближний ветер против дальнего ветра* разрешается уникальными реальностями ветровой картины, свойственной каждому стрельбищу. Наилучшая политика в отношении ветра – это *гибкость* и критическая оценка особенностей, уникальных для каждого конкретного стрельбища.
- Ветер не дует *на боковую поверхность* пули, вызывая ветровой снос. Наоборот, пуля *поворачивается как флюгер* на набегающий воздушный поток. Поперечный ветер заставляет пулю лететь под небольшим углом к линии прицеливания. Аэродинамическое сопротивление, приложенное к пуле, действует строго назад по оси пули, то есть просто *оттягивает ее от* линии прицеливания.

Глава 6: Гироскопический Снос (Деривация)

Гироскопический снос, или *деривация*, как обычно называют это явление, является проблемой при стрельбе на большие дальности, и о нем стоит рассказать. Деривация происходит только в горизонтальной плоскости, и обычно оказывает меньшее влияние, чем ветровой снос. Так как деривация – это детерминистская переменная, она более предсказуема чем ветровой снос. К примеру, ветровой снос может составлять от 5 до 10 футов для двух следующих один за другим выстрелов на большую дальность, но деривация всегда будет одинаковой для заданной комбинации пули/скорости/скорости вращения на конкретной дальности. Но мы забежали вперед. Итак, что такое деривация и почему она происходит?

Краткое Объяснение Деривации

Деривация – уникальное последствие стабилизации вращением. Стабилизация вращением работает потому, что ось вращения пули жесткая, и эта жесткость оказывается более прочной, чем аэродинамический опрокидывающий момент, прилагаемый к носику пули. Тот факт, что ось пули сохраняет жесткость, *в общем,* хорошая вещь, но на дальних траекториях это создает некоторую проблему. Представьте пулю, запущенную под малым направленным вверх углом в сторону удаленной мишени. Если бы ось пули оставалась абсолютно жесткой, она не смогла бы *чертить*, или *работать как флюгер* по траектории, и прилетела бы в мишень в той же ориентации носиком вверх, в какой была запущена. Частью фундаментального определения стабильности (оперением или вращением) является то, что снаряд остается направленным на набегающий воздушный поток. Вот почему если мы выстреливаем стрелу под высоким углом, стрела следует как флюгер вдоль своей траектории и втыкается в землю острием вперед. Пули, стабилизируемые вращением, делают то же самое, *но жесткость оси вращения пули противодействует природной склонности снаряда следовать как флюгер вдоль траектории.* Это противодействие способствует *искривлению* оси вращения пули с траектории, и это искривление запускает процесс, который приводит к деривации.

Подробное описание взаимодействия между инерциальными и аэродинамическими процессами, приводящего к эпициклическому движению стабилизируемых вращением снарядов, лежит вне поля зрения нашей книги. Достаточно сказать, что когда ось вращения пули *вынуждена* следовать (как флюгер) траектории, она реагирует на это, направляя свой носи чуть под углом вправо для стволов с правыми нарезами, и влево для стволов с левыми нарезами[5]. Стабилизируемая вращением пуля следует траектории потому, что она стабильна, но в отличие от снаряда, стабилизируемого оперением, она реагирует на это небольшим неплоским углом, известным под названием *рыскания покоя (yaw of repose).* Тот факт, что рыскание покоя направлено вправо для стволов с правыми нарезами, заставляет пулю *поворачивать* себя в этом направлении. Имейте в виду, что рыскание покоя для дальних траекторий типично не превосходит 0.1 градуса, так что этот эффект разворота является не очень сильным в любой конкретной точке. Тем не менее, эффект подруливания является *постоянным*, и нарастает до существенных уровней на дальних траекториях.

Учет Деривации

[5] Стволы с левыми нарезами встречаются очень редко, поэтому всегда считали, что деривация происходит вправо.

В предыдущем разделе представлено общее описание взаимодействий, вызывающих возникновение деривации. Теперь, когда мы понимаем, в общем, как и почему происходит деривация, я расскажу как рассчитать ее, чтобы вы могли брать на нее поправки.

Так как деривация оказывает довольно небольшое влияние в сравнении с ветровым сносом, ее экспериментальное измерение может оказаться исключительно трудным делом. Вам понадобятся условия абсолютного штиля, экстремально прецизионная винтовка, идеально выставленные по уровню и воспроизводимые прицельные приспособления, чтобы измерить ее с какой-то определенностью. По этим практическим причинам довольно трудно измерить деривацию непосредственно. Более того, большинство коммерческих баллистических программ не обладают возможностью расчета деривации. Те, которые позволяют рассчитывать деривацию, достаточно дороги, и требуют ввода данных, которые иногда довольно непросто получать. Баллистическая программа, приложенная к этой книге, обладает возможностью расчета деривации с использованием формулы, представленной ниже.

Вывод формулы для расчета деривации

Компьютерная программа 6 Степеней Свободы (6 DOF), совмещенная с программой аэродинамического прогнозирования, способны смоделировать все динамические параметры, вызывающие деривацию и другие сложные эффекты. Программа 6 DOF слишком сложна для обычного использования, но можно прогнать эту программу для набора характерных пуль и изучить уровень деривации для каждой из них. Затем можно вычислить наиболее важные переменные, связанные с деривацией, и вывести формулу прогнозирования, которую можно использовать для оценки влияний деривации вместо того, чтобы непосредственно рассчитывать ее. Это обычное решение в инженерии для выяснения влияния сложных воздействий, которые невозможно или очень трудно измерить непосредственно. Это решение было использовано для разработки формулы деривации, представленной в этой главе, и эта формула использована при разработке программы, приложенной к этой книге, для расчета деривации. Было использовано несколько источников данных по деривации, включая данные, опубликованные для 168-грановой пули Sierra International в книге Роберта МакКоя «*Современная Внешняя Баллистика»,* и некоторые данные с радарного стрельбища для пули 510 калибра весом 750 гран Amax, отстреливавшейся до 2500 ярдов.

Мой анализ этих очень подробных источников на деривацию выявил, что небольшое количество легко получаемых переменных может быть использовано для точного расчета деривации, включая фактор гироскопической стабильности (Sg) и время полета. Если задуматься об этом, то данные параметры, на самом деле, содержат большое количество информации. К примеру, фактор гироскопической стабильности содержит информацию о инерциальных/весовых свойствах пули, а также об аэродинамическом опрокидывающем моменте, играющем большую роль в процессе деривации. Кроме того, время полета пули отражает информацию, определяемую ее дульной скоростью, БК и пройденной дальностью. Приведенная ниже формула является моей самой лучшей попыткой воспроизвести доступные данные по деривации с использованием Sg и времени полета.

$$Äåðèâàöèÿ = 1.25\left(Sg + 1.2\right)tof^{1.83} \qquad \textbf{Формула 6.1}$$

Где:

Деривация – деривация в дюймах (в направлении нарезов)

Sg – фактор гироскопической стабильности, рассчитанный по правилу шага нарезов Миллера.

tof – время полета пули.

Конечно же, возникает вопрос: насколько точна эта формула? Трудно определить наверняка, потому что очень сложно узнать реальную точность данных высокой подробности,

которые использовались при создании этой формулы. Что я могу сделать, так это показать вам, как прогноз, выполненный по Формуле 6.1, согласуется с данными высокой подробности, которые использовались для ее создания. Рисунки, приведенные в конце этой главы, показывают в графической и табличной форме, насколько деривация, рассчитанная по источникам высокой подробности сравнима с простой оценкой, сделанной по Формуле 6.1.

155-грановая Sierra MatchKing .30 калибра

Первая пуля, для которой были получены эти данные высокой подробности, это 155-грановая .30 калибра пуля Sierra Palma[6] на дульной скорости 3000 фт/с. Эта пуля репрезентативна для целого класса пуль, используемых в стрельбе на большие дальности и в международных соревнованиях по стрельбе Fullbore. Для создания данных по деривации для двух различных твистов ствола (1:13″ и 1:11″) использовалась программа 6 DOF, и она показала два различных фактора гироскопической стабильности (1.72 и 2.40), что соответствует формуле стабильности Миллера, представленной в Главе 10. Для этой пули простая *оценка*, выполненная по Формуле 6.1, привела к чуть меньшим прогнозируемым значениям деривации на всех дальностях в сравнении с прогнозом, выполненным с помощью программы 6 DOF. Хотя эта ошибка и незначительна. На 1000 ярдах, когда эта пуля приближается к околозвуковому региону, ошибка в деривации не превышает 1″. Деривация для этой пули в стволе с твистом 1:13″ оказывается на 1.76″ меньшей, чем для ствола с твистом 1:11″ на 1000 ярдах, в соответствии с моделью, просчитанной на программе 6 DOF. Формула 6.1 прогнозирует 2.06″ разницы между этими двумя твистами стволов.

Важно оценить относительную величину этих ошибок. Расчет на 6 DOF – это не *настоящие* данные, это просто выполненный с более высоким разрешением прогноз чего-то, что очень трудно прогнозировать. Если вы каким-то образом сможете реально измерить собственно деривацию этой пули, вы сможете узнать, насколько точно она будет соответствовать 6 DOF прогнозу или оценке по Формуле 6.1. Но я готов спорить на деньги, что 6 DOF будет более близок. Так как невозможно сгенерировать данные по деривации 6 DOF для всех пуль, мы можем использовать Формулу 6.1 в качестве относительно точной оценки, которая показывает нам порядок величины этого явления, чтобы мы смогли сделать все от нас зависящее, чтобы взять на нее поправку. *Если реальная деривация составляет 8″ на 1000 ярдов, лучше взять немного неточную поправку в 6″ или 10″, чем вообще не брать поправку, даже если ветровой снос составляет 4 фута!*

168-грановая пуля Sierra MatchKing .30 калибра

Следующая пуля, которая использовалась в разработке Формулы 6.1, это 168-грановая Sierra International. Данные *высокой подробности* для этой пули также были сгенерированы 6 DOF моделированием, но на этот раз в исполнении Роберта МакКоя, и данные для этой пули были сгенерированы по измерениям, выполненным на очень точном искровом стрельбище. Эта пуля демонстрирует самую худшую согласованность с оценкой по Формуле 6.1, но ошибка все еще находится в пределах 3.14″ на 1000 ярдах для ствола с твистом 1:10″. Эта пуля – исключение, особенно на больших дальностях из-за уникальной динамической нестабильности, заставляющей ее лететь на излишне высоких уровнях среднего рыскания. Так как эта пуля является некоторым исключением, меня меньше волновало то, что Формула 6.1 показала такое плохое соответствие для нее.

175-грановая Sierra MatchKing .30 калибра

Следующая пуля – еще одна Sierra, 175-грановая .30 калибра MatchKing, интенсивно используемая военными и полицейскими снайперами в их патронах для стрельбы на увеличенные дальности. В этом примере данные соответствуют дальностям до 1300 и 1500 ярдов,

[6] Здесь я говорю об оригинальной пуле Sierra Palma #2155. Это уточнение необходимо потому, что новая пуля Sierra Palma появилась в 2009 году.

чтобы посмотреть, насколько хорошо оценка по Формуле 6.1 работает через и после перехода пули через звуковой барьер. Как вы можете видеть, до 1000 ярдов для обоих твистов стволов величина ошибки не превышает 1″. Максимальная ошибка – для 1500 ярдов из ствола с твистом 1:12″, где 6 DOF спрогнозировала 30.84″ деривации, а Формула 6.1 спрогнозировала 28.38″, ошибка в 2.46″. На 1300 ярдах пуля летит на скорости около 1000 фт/с; ниже скорости звука, но все еще в околозвуковом регионе. На 1500 ярдах эта пуля летит намного ниже околозвуковых скоростей, примерно на 950 фт/с. Вы можете видеть, что по мере увеличения дальности выше 1000 ярдов, и когда пуля пересекает звуковой барьер, деривация, оцененная Формулой 6.1, сохраняет хорошее соответствие с результатами более высокой четкости 6 DOF.

7-мм 180-грановая пуля Berger VLD

Следующая пуля, рассмотренная при изучении деривации, это 7-мм 180-грановая Berger VLD на дульной скорости 2800 фт/с, выпущенная из стволов с твистами 1:9″ и 1:7″. Эта пуля отличается от других своим длинным секантным оживалом и исключительно высоким БК. Так как она отличается, можно ожидать, что она покажет большую ошибку, чем остальные, более обычные пули, использовавшиеся для проверки Формулы 6.1. Как и ожидалось, эта пуля показала самое большое несоответствие между моделью 6 DOF и Формулой 6.1, но эта ошибка все равно не превысила 4.38″ из 21.04″ деривации на 1500 ярдах. Имейте в виду, что всего один клик в ¼ MOA сместит перекрестие прицела всего на 4″ на 1500 ярдах. Для сравнения относительной величины этой ошибки, скажу, что если вы вносите поправку на деривацию на основании расчета по Формуле 6.1, то правильное число кликов по ¼ MOA должно составить 6, что переместит перекрестие на 23.6″ (самое ближнее к числу 21.04″, если вводить поправку кликами по ¼ MOA). Тогда в случае этой *максимальной ошибки*, вы можете сказать, что Формула 6.1 дает *менее 1 клика ошибки на 1500 ярдов.* Предположим, что 6 DOF прогноз в 21.04″ будет совершенно точным, ваши 6 кликов дадут всего 2.6″ несоответствия.

Я показал все это для того, чтобы продемонстрировать факт, что даже в самом худшем сценарии, Формула 6.1 обладает точностью в практических пределах, даже на увеличенных дальностях и около/дозвуковых скоростях.

6-мм 80-грановая Sierra Blitz

Я захотел включить в исследование пулю, которая не является типично применяемой для стрельбы на очень большие дальности. Я выбрал типичную варминт пулю .243 калибра весом 80 гран, 80-грановую Sierra Blitz на 3500 фт/с.

Эта пуля переходит на дозвук примерно на 800 ярдах. Если предположить, что эта пуля не опрокидывается на околозвуковой скорости от недостатка динамической стабильности и действительно долетает до 1000 ярдов, Формула 6.1 дает всего около 1.8″ ошибки в сравнении с 6 DOF прогнозом. Это демонстрирует тот факт, что Формула 6.1 сохраняет приемлемую точность для более легких пуль более мелких калибров, также как и для пуль очень больших калибров, типично используемых для задач на больших дальностях. Пуля вроде этой, скорее всего, будет страдать от сильно увеличенного ветрового сноса на больших дальностях, так что несколько дюймов деривации затеряется на уровне шума, даже сильнее чем пули более крупного калибра, имеющие меньшую относительную величину ветрового сноса.

750-грановая пуля Hornady Amax .510 калибра

Последний набор данных, использовавшийся при создании Формулы 6.1, это данные реальных отстрелов, записанные с помощью Допплеровского радара для 750-грановой пули Hornady Amax .510 калибра вплоть до дальности 2500 ярдов. При дульной скорости 2690 фт/с эта пуля переходит на дозвук на 1500 ярдах (~2.6 секунд tof), но Формула 6.1 продолжает соответствовать данным по деривации с Допплеровского радара почти идеально вплоть до

самых 2500 ярдов, и 5.7 секунд времени полета. На 2500 ярдах пуля .510 калибра имеет измеренную деривацию в 81.38″, а Формула 81.82″ для той же дальности.

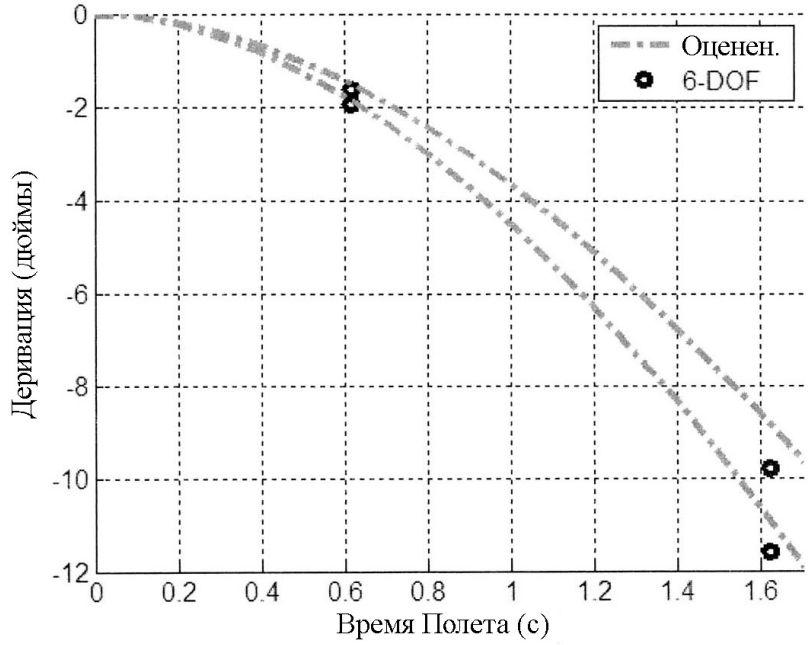
Заключение

Я был поражен, увидев, насколько хорошо такая простая формула отрабатывает сложные эффекты деривации, особенно на увеличенных дальностях и при пролете пули околозвукового и дозвукового регионов. Я полагаю, что такая точность возможна потому, что в Формуле 6.1 использованы *производные величины*, вроде фактора гироскопической стабильности и времени полета, которые уже содержат многие сложные эффекты, пропорциональные деривации.

Простота Формулы 6.1 делает ее очень подходящей для использования в баллистических программах. Время полета уже вычислено в баллистических программах. Единственными дополнительно вводимыми величинами для вычисления Sg с использованием формулы стабильности Миллера является длина пули и шаг нарезов ствола. Прилагаемая компьютерная программа позволяет пользователю возможность расчета деривации путем ввода дополнительных переменных и установки флажка в окошке. В программе используется Формула 6.1 точно в таком же виде, как она приводится в этой Главе.

На приведенных ниже рисунках показаны результаты Формулы 6.1 в сравнении с другими источниками информации по деривации для каждой из пуль, обсуждавшихся выше.

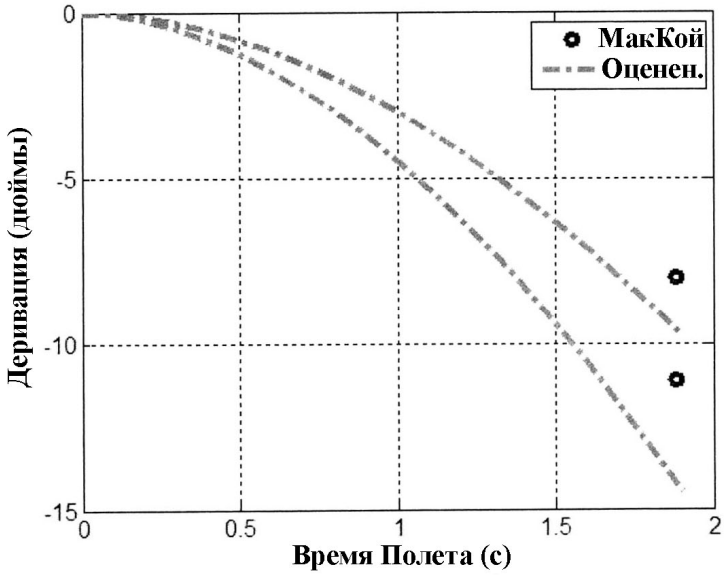
Деривация для 155-грановой Sierra MatchKing .308 калибра на 3000 фт/с Дульной Скорости



твист ствола=		1:13"			1:11"		
Sg =		1.72			2.40		
		Деривация			Деривация		
дальн.	**tof**	**6DOF**	Оцен.	ошибка	**6DOF**	Оцен.	ошибка
500	0.619	1.64″	1.52″	0.12″	1.93″	1.87″	0.06″
1000	1.623	9.82″	8.85″	0.97″	11.58″	10.91″	0.67″

Рисунок 6.1. 6 DOF данные были получены с использованием расчета с высоким разрешением. *Оценочные* данные были получены с использованием Формулы 6.1.

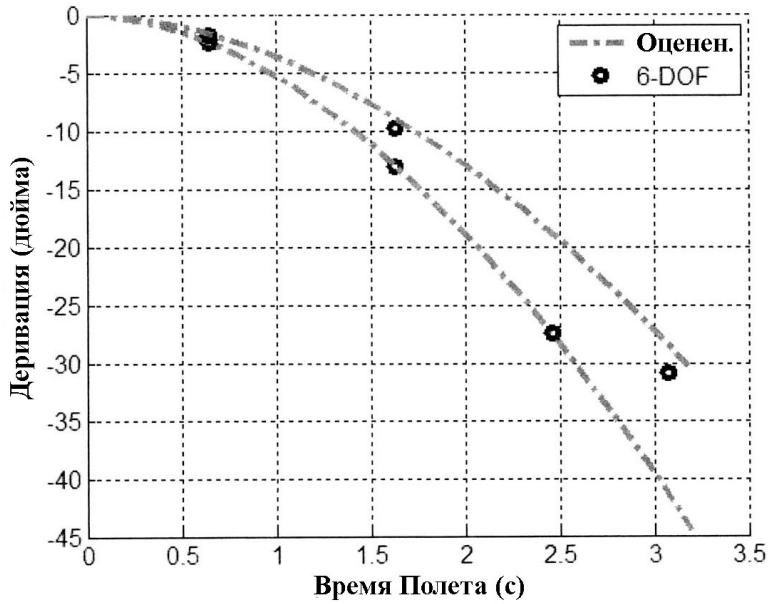
Деривация для 168-грановой Sierra MatchKing .308 калибра на 2600 фт/с Дульной Скорости



твист ствола=		1:14"			1:10"		
Sg =		1.21			2.38		
		Деривация			Деривация		
дальность	tof	МакКой	Оцен.	ошибка	МакКой	Оцен.	ошибка
1000	1.8827	8.0″	9.59″	-1.59″	11.1″	14.24″	-3.14″

Рисунок 6.2. Данные МакКой были получены из книги «Современная Внешняя Баллистика». Данные *оценочные* были рассчитаны с помощью Формулы 6.1

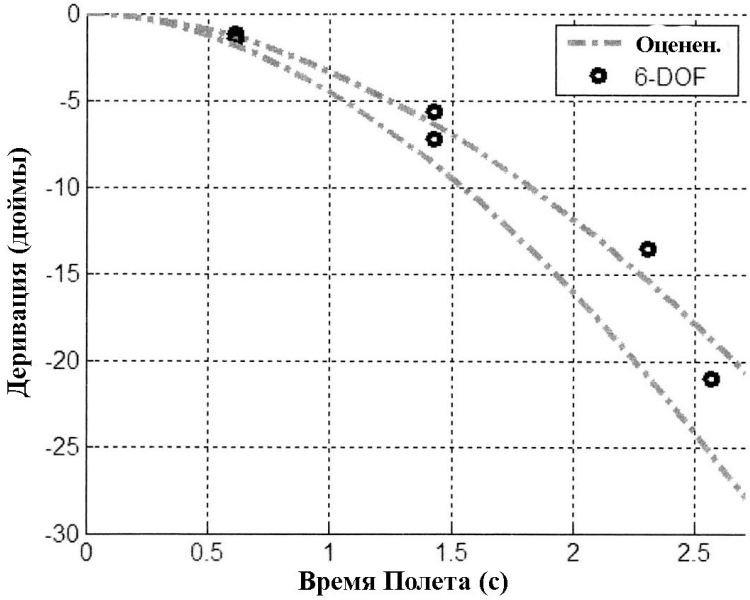
Деривация для 175-грановой Sierra MatchKing .308 калибра на 2800 фт/с Дульной Скорости



твист ствола=		1:12"			1:9"		
Sg =		1.71			3.04		
		Деривация			Деривация		
дальн.	tof	6DOF	Оцен.	ошибка	6DOF	Оцен.	ошибка
500	0.648	1.81″	1.64″	0.17″	2.4″	2.40″	0.00″
1000	1.632	9.85″	8.91″	0.94″	13.08″	12.99″	0.09″
1300	2.460				27.46″	27.52″	-0.06″
1500	3.073	30.84″	28.38″	2.46″			

Рисунок 6.3. 6 DOF данные были созданы с использованием прогнозирования с высоким разрешением. Данные *оценочные* были получены с использованием Формулы 6.1.

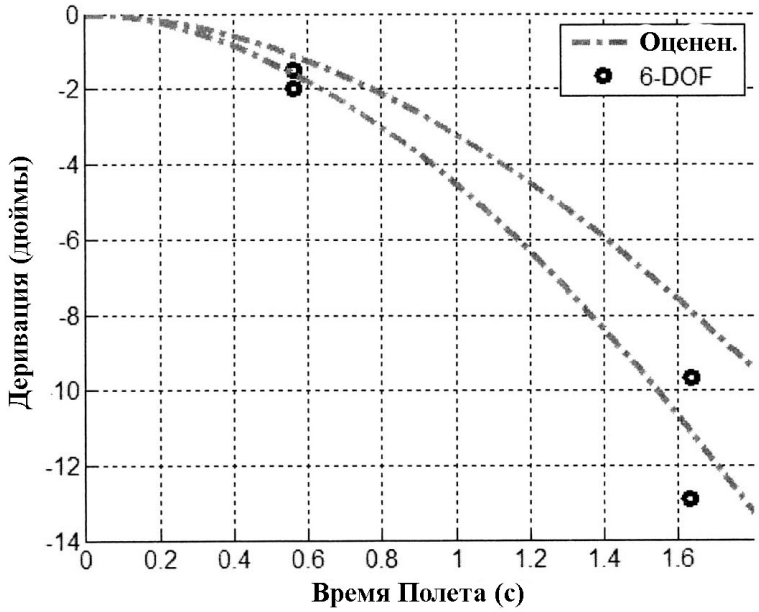
Деривация для 7-мм 180-грановой Berger VLD
на 2800 фт/с Дульной Скорости



твист ствола=		1:9"			1:7"		
Sg =		1.47			2.42		
		Деривация			Деривация		
дальн.	tof	6-DOF	Оцен.	ошибка	6-DOF	Оцен.	ошибка
500	0.619	1.64″	1.39″	0.25″	1.93″	1.88″	0.05″
1000	1.6225	9.82″	8.09″	1.73″	11.58″	10.97″	0.61″
1400	2.307	13.54″	15.41″	-1.87″			
1500	2.568				21.04″	25.42″	-4.38″

Рисунок 6.4. Данные 6 DOF были получены в результате прогнозирования с высоким разрешением. Данные *оценочные* были получены с использованием Формулы 6.1.

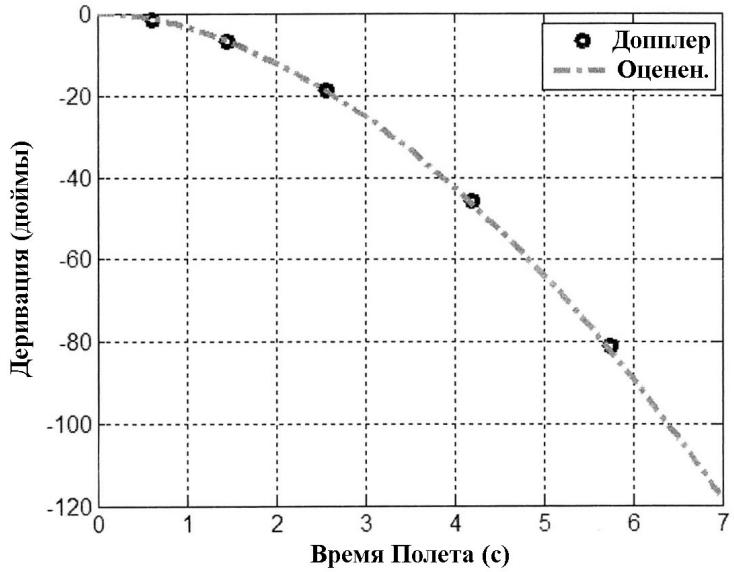
Деривация для 6-мм 80-грановой Sierra Blitz
на 3500 фт/с Дульной Скорости



твист ствола=		1:12"			1:9"		
Sg =		1.36			2.41		
		Деривация			Деривация		
дальн.	tof	6DOF	Оцен.	ошибка	6DOF	Оцен.	ошибка
500	0.564	1.48″	1.12″	0.36″	1.98″	1.58″	0.40″
1000	1.635	9.69″	7.87″	1.82″	12.90″	11.10″	1.80″

Рисунок 6.5. Данные 6 DOF были получены в результате прогнозирования с высоким разрешением. Данные *оценочные* были получены с использованием Формулы 6.1.

Деривация для 750-грановой Hornady Amax .510 калибра на 2690 фт/с Дульной Скорости



твист ствола=		1:15"		
Sg =		1.47		
		Деривация		
дальность	tof	Допплер	Оцененные	ошибка
500	0.626	1.43″	1.42″	0.01″
1000	1.4543	6.73″	6.62″	0.11″
1500	2.569	18.83″	18.76″	0.07″
2000	4.2038	45.90″	46.20″	-0.30″
2500	5.7444	81.38″	81.82″	-0.44″

Рисунок 6.6. Данные Доплер для этой 750-грановой Hornady Amax были очень точно измерены и могут считать *правдивыми* данными. Оцененные данные были рассчитаны с использованием Формулы 6.1.

Глава 7: Эффект Кориолиса

Эффект Кориолиса возникает как следствие того факта, что вы стреляете из одной точки вращающейся сферы (Земли) в другую точку. Эффект Кориолиса очень слаб, и им можно пренебречь для большинства практических стрелковых применений. Эта глава включена в книгу, в первую очередь, для полноты картины и из академического интереса. Эффект Кориолиса очень слаб, но он детерминистский, то есть его можно спрогнозировать и учесть. В этой главе представлены формулы, которые позволят вам рассчитать и учесть поправку на Эффект Кориолиса, зная ваши широту и азимут стрельбы.

Для стрелков по мишеням, всегда стреляющих на известные дистанции с разрешенными пристрелочными выстрелами, Эффект Кориолиса так же неважен, как и деривация, так как они одинаковы для каждого выстрела. Если вы охотник на большие дальности или тактический стрелок, не имеющий счастливой возможности использования пристрелочных выстрелов, и который может увидеть свои мишени на различных направлениях, то вы можете захотеть учитывать Эффект Кориолиса, особенно при стрельбе на увеличенные дальности.

Вот некоторые основные факты об Эффекте Кориолиса:

1. Эффект Кориолиса имеет как вертикальную, так и горизонтальную компоненты, независимые друг от друга.
2. Горизонтальная компонента Эффекта Кориолиса полностью определяется широтой вашего положения на Земле, и на нее не влияет азимут стрельбы.
3. Для широт к северу от экватора, горизонтальная компонента Эффекта Кориолиса всегда будет направлена вправо. Для широт к югу от экватора отклонение будет влево.
4. Горизонтальное отклонение Кориолиса минимально на экваторе, и растет по мере того, как вы направляетесь ближе к полюсам.
5. Вертикальная компонента отклонения Кориолиса зависит от вашей широты *и* азимута стрельбы.
6. При стрельбе на восток вы будете попадать *выше*, и при стрельбе на запад вы будете попадать *ниже.*
7. При стрельбе на север или юг, вертикальная компонента отклонения Кориолиса будет нулевой независимо от широты.

Так как горизонтальная и вертикальная компоненты отклонения Кориолиса полностью независимы друг от друга, их действия будут представлены отдельно.

Горизонтальный Эффект Кориолиса

Как было сказано выше, горизонтальный Эффект Кориолиса зависит только от широты вашего положения выше или ниже экватора. Чем дальше вы находитесь от экватора, тем более сильным будет отклонение Кориолиса для стрельбы на одну и ту же дальность. Формула для расчета горизонтального отклонения Кориолиса не очень трудна в применении, и она представлена ниже:

$$\tilde{A}\hat{I}\ \eth\grave{e}\c{c}\hat{I}\ \acute{I}\ \grave{o}\ \grave{a}\ddot{e}\ddot{i}\acute{I}\ \hat{I}\ \mathring{a}\ \hat{I}\ \grave{o}\ \hat{e}\ddot{e}\hat{I}\ \acute{I}\ \mathring{a}\acute{I}\ \grave{e}\mathring{a} = \frac{\Omega X^2 \sin\left(Lat\right)}{V_{ave}}$$

Где:

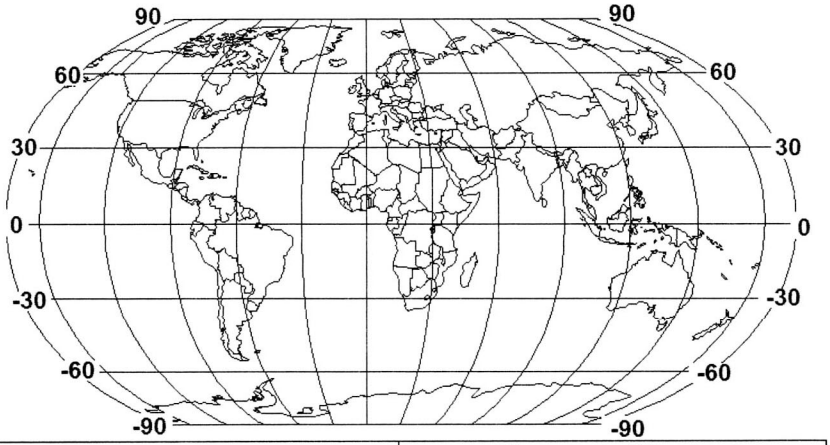
Горизонтальное Отклонение – это отклонение Кориолиса в футах

Ω - скорость вращения Земли (=0.00007292 рад/с)
X – дальность до цели (в футах)
Lat – ваша широта от экватора (+ для северной широты и – для южной широты)
V_{ave} – средняя скорость пули в футах в секунду

В следующем примере покажем использование этой формулы для расчета горизонтальной компоненты Эффекта Кориолиса. Первым шагом будет определение средней скорости пули. Это довольно просто, если вы знаете дальность в футах и время полета, просто поделите одно на другое. Если время полета на 1000 ярдов равно 1.5 секунды, то средняя скорость равна: 3000 (фт)/1.5 (с) = 2000 фт/с. Теперь, если вы знаете свою широту, у вас достаточно информации для расчета по формуле. Если вы стреляете на 45 градусах северной широты:

$$Ãî ðèçî í ò àëüí î å Î ò êëî í åí è å = \frac{0.00007292 \cdot 3000^2 \sin(45)}{2000} = 0.23\ ô óò à = \mathbf{2.8\ äþ é ì\ à}$$

Положительный (+) результат означает снос вправо, тогда как отрицательный (-) ответ указывает на снос влево. Если бы вы стреляли на 45 градусах *южной* широты, снос будет точно таким же – 2.8 дюйма (влево).



Расположение	Примерная Широта
США	25°-50° С.Ш.
Европа	40°-60° С.Ш.
Иран, Ирак и Афганистан	25°-40° С.Ш.
Австралия	15°-40° Ю.Ш.
Новая Зеландия	35°-45° Ю.Ш.

Рисунок 7.1. Карта с показанными линиями широты.

Для стрелков, которые обитают на определенной ограниченной местности, горизонтальный Эффект Кориолиса всегда будет одинаковым на конкретной дальности. Тем не менее, если пересекаете большое количество широт (северных-южных), эти эффекты необходимо учитывать. Путешествие с востока на запад не влияет на отклонение Кориолиса. Команда по стрельбе, которая приезжает из Австралии в США, может захотеть учесть влияние Кориолиса на их точки пристрелки в ветер. Австралия достаточно далеко от экватора, а США находится на севере. Точка пристрелки *без ветра* австралийских стрелков на 1000 ярдов будет иметь примерно 2.8″ отклонения *влево.* Если он приедет в США в середину северного полушария, и стрельнет на 1000 ярдов *в отсутствие ветра,* то отклонения *влево* на 2.8″ не только не будет, но будет примерно 2.8″ отклонения *вправо.* В результате он получит чуть

больше 5″ (1/2 MOA) отклонения вправо от его точки пристрелки в *южном полушарии* при отсутствии ветра.

Но более вероятной реальностью будет то, что его винтовки и прицельные приспособления испытают так много ударов и встрясок за время долгого перелета вокруг всего земного шара, и в любом случае придется находить новый ноль *без ветра* на новом месте.

Вертикальный Эффект Кориолиса

Вертикальный компонент отклонения Кориолиса имеет чуть более сложный характер, потому что зависит от азимута (направления) стрельбы, а также от широты (положения) стрелка. На Рисунке 7.2 показана роза компаса с размеченными азимутами начиная от нуля на севере и возрастающими в направлении по часовой стрелке.

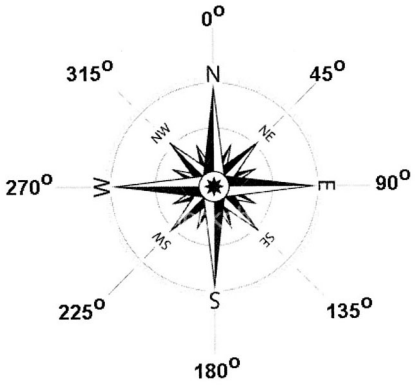


Рисунок 7.2. Компас с показанными углами азимута.

Вертикальное отклонение Кориолиса будет максимальным для азимутов, параллельных и близких к экватору. Вертикальный Эффект Кориолиса – это ускорение вроде силы тяжести, за исключением того, что он зависит от вашей широты и азимута направления стрельбы. Так как Эффект Кориолиса – это ускорение, вы можете учесть его, умножив влияние, которое оказывает сила тяжести (которая также является ускорением) на понижение пули. Представленная ниже формула позволит вам рассчитать *коэффициент поправки к ускорению свободного падения*, который вы можете использовать для исправления рассчитанного вами понижения на любой дальности, чтобы учесть вертикальную составляющую Кориолисова ускорения. Формула для вертикальной поправки имеет вид:

$$f = 1 - \frac{2 \cdot \Omega \cdot MV}{g} \cos\left(Lat\right) \cdot \sin\left(Az\right)$$

Где:

f – коэффициент поправки для ускорения свободного падения
Ω - скорость вращения Земли (=0.00007292 рад/с)
MV – дульная скорость
g – ускорение свободного падения (32.2 фт/с^2)
Lat – широта от экватора (+ для северного широты и – для южной широты)
Az – азимут направления стрельбы (по часовой стрелке с юга)

f называется коэффициентом поправки к *ускорению свободного падения*, но вы можете использовать его в качестве коэффициент поправки *понижения.* Способ учета вертикального ускорения Кориолиса на больших дальностях – это масштабирование эффекта силы тяжести, что то же самое, как масштабирование понижения на такую же величину. Ниже приведен пример, иллюстрирующий использование коэффициента поправки на вертикальный эффект Кориолиса.

Рассмотрим ту же самую 155-грановую пулю .308 калибра, выстреливаемую со скоростью 3000 фт/с. Траектория обнулена на 100 ярдов, и вы рассчитали -307″ понижения на 1000 ярдов до того, как собрались учитывать эффект Кориолиса. Если вы стреляете в направлении на восток под 45 градусов на 45 градусах северной широты, какой будет ваше *исправленное* понижение?

Первым шагом будет расчет коэффициента поправки к ускорению свободного падения *f.*

$$f = 1 - \frac{2 \cdot 0.00007292 \cdot 3000}{32.2} \cos(45) \cdot \sin(90)$$

$$f = 0.9904$$

Этот коэффициент поправки к ускорению свободного падения, равный 0.9904, теперь умножм на базовую величину понижения -307″, и получим *исправленное* понижение:

-307″*0.9904 = -304″

Как вы можете видеть, пуля понижается на 3″ *меньше* при стрельбе на восток. Если направление (азимут) изменить на противоположное, т.е., запад, то предыдущий пример окажется в точности таким же, за исключением того, что азимут будет равен 270 градусов вместо 90. В результате поправочный коэффициент будет равен 1.0097, и итоговое исправленное понижение будет равно -310″, или на 3″ *большим* чем понижение без поправки. В заключение, вы будете иметь +/- 3″ вертикального отклонения от эффекта Кориолиса только лишь стреляя в различных направлениях. Если вы пристрелялись на 1000 ярдов, стреляя на восток, а затем повернулись на запад, то у вас будет 6″ дополнительного понижения от эффекта Кориолиса.

Вертикальный Эффект Кориолиса потенциально более проблематичен, чем горизонтальная компонента, так как чувствителен к направлению стрельбы. Другими словами, чтобы получить существенно другую величину *горизонтального* отклонения, вам нужно проехать большую часть планеты (как Австралийская команда по стрельбе из предыдущего примера). Тем не менее, чтобы заработать максимальный *штраф* или *ошибку* от *вертикального* эффекта Кориолиса, все что вам нужно, это произвести два выстрела спиной к спине в противоположных направлениях (восток-запад, затем запад-восток). Стрельба в различных направлениях случается намного чаще для какого-нибудь стрелка, чем стрельба на существенно различных широтах. Другой способ взглянуть на это состоит в том, что если вы находитесь в одном и том же полушарии, то у вас будет горизонтальное отклонение только в одном направлении. Тем не менее, вертикальное отклонение может измениться с + на – всего лишь в результате стрельбы в противоположных направлениях.

В качестве последнего примера Эффекта Кориолиса, рассмотрим очень дальний выстрел на 1500 ярдов 300-грановой пулей .338 калибра, выстреливаемой с дульной скоростью 2800 фт/с. Без учета Эффекта Кориолиса, прогнозируемое понижение для этой пули составит около -800″. Для выстрела, производимого на восток на широте 30 градусов (где-то в Техасе), коэффициент поправки к силе тяжести составит 0.989, и исправленное понижение будет равно -791″. В этом случае штраф за то, что не учтете Эффект Кориолиса, составит 9″, что чуть больше ½ MOA (2 клика) регулировки прицела. Те же 9″ ошибки возникнут, если выстрел будет произведен со скоростью на 15 фт/с быстрее средней. Другими словами, вертикальная разница между стрельбой на восток и стрельбой на запад в Техасе будет иметь такой же эффект, как и разница в дульной скорости в +/- 15 фт/с в этом примере стрельбы на 1500 ярдов.

Теперь рассмотрим горизонтальный компонент Эффекта Кориолиса. Время полета до 1500 ярдов составляет около 2.36 секунд, так что средняя скорость равна 4500 (фт) / 2.36 (сек) = 1907 фт/с. Подставив это в формулу для горизонтального отклонения, получим 4.7″ горизонтального отклонения. Для сравнения, поперечный ветер всего в 0.35 миль/ч отклонит пулю на ту же величину на этой дальности. Также обратите внимание на то, что для ствола с шагом нарезов 1:10″, деривация составит около 16″.

Для этого примера с увеличенной дальностью, Эффект Кориолиса приведет к тому, что пуля попадет на 9″ выше и на 4.7″ правее. С одной стороны, это кажется довольно серьезной ошибкой, если учесть размеры мишени. С другой стороны, этот эффект скрадывается другими недетерминистскими неопределенностями, вроде неопределенности ветрового сно-

са и дульной скорости. Из-за относительно небольшого эффекта отклонения Кориолиса, многие стрелки на большие дальности намеренно решают игнорировать его. Для многих практических стрелковых ситуаций, вроде охоты на большие дальности, возможности имеют временные ограничения. Если вы слишком много времени будете тратить на расчет Эффектов Кориолиса, вы можете даже и не успеть сделать выстрел. Если у вас достаточно времени на то, чтобы измерить и учесть Эффект Кориолиса, и вы уверены в других более важных переменных, касающихся выстрела, включая выставку прицела по уровню, то причин к игнорированию Эффекта Кориолиса нет.

Одним из умных способов учета кориолиса и деривации является выбор такого направления твиста ствола, чтобы деривация была направлена в противоположном направлении от (горизонтального) отклонения кориолиса. К примеру, в северном полушарии, (горизонтальная компонента) эффекта кориолиса направлена вправо. Если вы стреляете из ствола с правыми нарезами (закручивающими по часовой стрелке), то кориолис и деривация будут совпадать. Тем не менее, если вы выберете ствол с левым твистом, тогда деривация будет направлена вправо. Эти эффекты не смогут *точно* скомпенсировать друг друга (деривация будет примерно в 5 раз превосходить кориолиса), но с точки зрения бюджета ошибок, лучше иметь компенсирующие эффекты действия ошибок, чем дополняющие друг друга.

Глава 8: Использование Баллистических Программ

Существует огромное множество коммерческих баллистических программ в индустрии спортивного оружия. Хорошая баллистическая программа является абсолютной необходимостью для успешной стрельбы на большие дальности, и она не должна быть сложной!

Баллистические программы позволяют вам рассчитывать понижение пули, ветровой снос, время полета, кинетическую энергию и многие другие детали поведения пуль. Возможность точно прогнозировать траекторию пули на стрельбище является важной для охотников и тактических стрелков, которым нужно, чтобы их первый выстрел был попаданием. В общем, *баллистическая программа – это инструмент, используемый для учета всех детерминистских переменных при стрельбе на большие дальности.*

Стрелки-спортсмены не нуждаются в исключительно точных прогнозах траектории, потому что им разрешены *пристрелочные* выстрелы, позволяющие пристреляться в мишень до отстрела *зачетных выстрелов.* Это не означает, что баллистическое программное обеспечение бесполезно для стрелков по мишеням. Баллистические программы могут также использоваться для изучения сравнительных характеристик для двух различных патронов, чтобы посмотреть, какая из них лучше. Это та возможность, которую могут использовать все стрелки для принятия осмысленных решений.

Возможности Баллистических Программ

Минимальный набор требуемых вводных данных для баллистической программы будет следующим: калибр пули, вес пули и БК, дульная скорость, атмосфера, включающая скорость ветра и направления, высота прицела и дальность пристрелки. Это все, что требуется для расчета базовой траектории. Другие переменные включают: движение мишеней, движение стрелка, стрельба под наклоном вверх/вниз, снос Кориолиса, деривация, поперечное смещение прицела, угол завала, кинетическая энергия, энергия отдачи, библиотеки пуль, информация о релоадинге, и т.п. Конечно, эти дополнительные возможности делают возможным рассчитывать траектории для любых мыслимых стрелковых сценариев, но они слишком все усложняют для стрелка, которому нужно только базовое решение. Дополнительные возможности также стоят и дополнительных денег. И нужно иметь в виду, что *дорогие программы не являются более* ***точными*** *чем недорогие программы.* Точность решения зависит от точности вводимых вами данных, а не от того, сколько долларов стоит программа.

Существует несколько самостоятельных типов алгоритмов, в настоящее время используемых для расчета баллистики стрелкового оружия. Независимо от того, сколько колокольчиков и свистулек окружает эти алгоритмы, для всех них верно одно: *прогнозируемые траектории будут точны настолько, насколько точны вводные данные.* Это не должно вызывать удивление, но я решил повторить это еще раз.

Все эти разные алгоритмы – это всего лишь различные математические подходы к решению знаменитых уравнений движения Ньютона. В те дни, когда компьютеры не были так широко распространены и мощны как сейчас, требовались аналитические методы решения этих уравнений движения. В некоторых современных программах до сих пор используются эти старые алгоритмы благодаря их простоте. Так как компьютерные процессоры нашли применение в каждом доме и в ладонях большинства людей (сотовые телефоны и PDA), можно применять более сложные алгоритмы численного решения этих уравнений движения. Численное интегрирование – наиболее точный способ решения баллистических траекторий, и в прилагаемом программном обеспечении используется алгоритм численного решения.

Формулы Пейса (Pejsa) являются интересным подходом к решению траекторий. Простота этой техники оказалась возможной потому, что удалось найти очень хитрый способ решения зависимости аэродинамического сопротивления для снаряда от скорости (Маха). В общем, этот метод требует нескольких наборов коэффициентов/экспонент для различных скоростей, чтобы *обмануть* кривую сопротивления G1, приведя ее к чему-то, что больше похоже на кривую сопротивления G7. Другими словами, эта программа требует нескольких малоизвестных чисел, чтобы количественно оценить пулю (вместо одиночного БК), поэтому уравнения движения могут быть решены (просто) в закрытой форме. Лично я не вижу практических преимуществ этого решения перед использованием стандартного решения с одиночным G7 БК. Для нахождения *специальных коэффициентов и экспонент* для решения Пейсы требуются интенсивные тесты, чтобы они точно соответствовали всем скоростям. Использование одиночного БК, привязанного к репрезентативному стандарту намного проще для стрелка, чем нахождение уникального набора *специальных коэффициентов и экспонент* для каждой пули, позволяющих использовать решение Пейсы. Даже если вы пойдете на трудности с нахождением этих малоизвестных параметров пули, в итоге, вы никаким образом не сможете оценить относительное баллистическое поведение пуль, что вы можете запросто сделать просто сравнив БК. На мой взгляд, *простота метода решения от Пейса возможно только из-за сложности, связанной с описанием пули, на которые придется идти стрелку, чтобы узнать для себя все параметры пули на всех скоростях.* Для программистов может быть забавным и простым написать баллистическую программу по формулам Пейсы. Тем не менее, так как стрелку предстоят сложности с нахождением специальных коэффициентов и экспонент для каждой пули, я не считаю этот метод самым удобным для *стрелков.*

Использование Баллистических Программ

Два основных применения баллистических программ были упомянуты в начале этой главы: прогнозирование траектории полета пули для регулировки прицельных приспособлений и попадания в мишени, и производство сравнительного анализа характеристик для различных патронов.

Существует несколько методов получения данных о траектории, требуемых для попадания в мишени. Вы можете использовать свой домашний компьютер для генерирования баллистических таблиц, распечатки их и транспортировки с собой в поле. Это решение всегда будет компромиссным, потому что вы не можете распечатать каждую таблицу, которая может понадобится вам для каждой возможной комбинации переменных. Как минимум, вы распечатаете одну таблицу, отражающую ожидаемые номинальные кондиции, в которые вы планируете стрелять. Вы можете также переусложнить ситуацию, распечатать полную подборку таблиц, отражающих каждую стрелковую ситуацию, с которой можете столкнуться. Удачным компромиссом будет что-то среднее между этими крайностями. Появление недорогих наладонников (PDA) обеспечило невероятные возможности стрелкам на большие дальности. Это устройство позволяет вам вводить реальные полевые кондиции, имеющиеся в настоящее время, и выдает решение для каждого конкретного выстрела. Не нужно носить распечатанные таблицы и проводить интерполяцию по всем имеющимся данным. С PDA вы имеет гибкость в виде возможности ввода текущих кондиций, чтобы программа могла учитывать их в *реальном времени.*

Те, кто хочет использовать баллистические программы для сравнения характеристик различных патронов, может оставить большинство полей ввода на их значениях по умолчанию, так как им нужно увидеть лишь *разницу.* Для такого типа работы, программы, написанные для ПК, являются более удобными, чем для PDA с их маленькими экранами. При использовании баллистических программ для анализа характеристик, вы вводите данные для первого патрона, рассчитываете траекторию и замечаете конкретные интересующие вас выходные данные для сравнения. К примеру, вас интересует сравнительный ветровой снос для пули с низким БК на высокой скорости и пули с высоким БК на низкой скорости. Вы введете первый набор данных, рассчитаете траекторию, и заметите величину ветрового сноса на ин-

тересующей вас дальности. Теперь вводите данные для второго патрона, оставляя все переменные на тех же значениях, рассчитываете траекторию, и замечаете ветровой снос в сравнении с тем, что был для первого патрона. При таком варианте применения, необходимо вводить все данные окружающей среды правильно. Так как вы хотите найти относительные характеристики, ваш анализ будет применим только в данный конкретный день.

Конечно, это лишь самые распространенные варианты использования баллистических программ. Также существует огромное количество других вопросов, на которые могут дать ответы и помочь в их освещении баллистические программы.

К примеру:

- Мой оптический прицел имеет лишь 30 MOA вертикальной поправки. На какую дальность я могу пристреливать свою винтовку? На какую дополнительную дальность я могу рассчитывать при использовании наклонной базы с уклоном в 20 MOA?
- Как далеко моя пуля сохранит как минимум, 1000 фут-фунтов кинетической энергии? Это может быть важно в охотничьих ситуациях, когда пуля должна обладать определенным уровнем энергии, чтобы правильно раскрываться.
- Я стреляю 6ммBR в матчах по стрельбе из винтовки на большие дальности. Сколько поперечного ветра понадобится, чтобы сдуть ее из 20″ кольца 10 на 1000 ярдов?
- Мой приятель-стрелок говорит, что 225-грановые пули падают меньше, чем более тяжелые пули из его .338 Lapua Magnum на всех дальностях. Правда ли это, или он просто боится признать, что отдача более тяжелой пули слишком велика?
- Диапазон разброса моих дульных скоростей 25 фт/с. Какая разница в попаданиях по вертикали будет обусловлена этим на 1000 ярдах?

Эти вопросы и многие другие могут быть рассмотрены с использованием любой стандартной баллистической программы. Ниже приведен короткий пример, показывающий, как прилагаемая баллистическая программа может быть использована, чтобы помочь вам попадать в мишени на больших дальностях.

Высота (футы)	**Давление** (дюймы рт.ст.)
0	29.92
1000	28.86
2000	27.82
3000	26.82
4000	25.84
5000	24.90
6000	23.98
7000	23.09
8000	22.23
9000	21.39
10,000	20.58

Таблица 8.1. Стандартные атмосферные давления.

Скажем, у вас есть исключительно кучный заряд для вашей охотничьей винтовки 7мм Remington Magnum. Он стреляет группы лучше 1 MOA весь день 7-мм 180-грановыми Berger VLD. Эта винтовка надежно стреляет уже многие годы до комфортной дальности в 200 ярдов; коронный выстрел для этой винтовки даже не требует никаких поправок прицела для учета влияния понижения или ветрового сноса. Теперь, скажем, вы хотите взять эту винтовку на охоту на благородного оленя туда, где потенциально возможны выстрелы до 800 ярдов. Вы знаете что для подготовки к такой охоте требуется дополнительная информация и оснащение, но что вам нужно конкретно? Как минимум, вам нужен хронограф, дальномер, баллистическая программа и практические знания о том, как всем этим пользоваться.

Хронограф используется для измерения скорости пули, которая является необходимым вводным для компьютерной программы. Вы знаете, что будете охотиться в местности, расположенной на высоте 5500 футов над уровнем моря летом. Вы можете использовать эту информацию, чтобы найти, какими будут средние атмосферные кондиции (температура, давление и влажность). В Таблице 8.1 сведены стандартные атмосферные давления для высот до 10 000 футов. Давление - это та

переменная, которая сильно зависит от высоты. Температура и влажность больше связаны со временем года и временем суток для любой заданной высоты.

Чтобы можно было создать точную таблицу, требуется это базовое исследование. Как только вы знаете все вводные данные, вы можете ввести их в программу и записать результаты расчета.

Скажем, вы нашли хронограф и отстреляли 10 выстрелов своими зарядами с проверенной кучностью через него, и нашли среднюю скорость 2965 фт/с. После быстрого изучения в интернете (или обращения к Таблице 8.1, или приложению), вы можете найти, что стандартное атмосферное давление на высоте 5500 футов составляет 24.43 дюйма ртутного столба, и средняя температура летом составляет 55 градусов по Фаренгейту. Влажность можно лишь угадать для любого заданного дня, но это самая маловажная из всех атмосферных переменных, поэтому примем ее равной 50%. Раньше вам пришлось бы использовать ненадежный и непостоянный БК G1, которые предоставляют производители пуль, что могло бы дать большую потенциальную ошибку прогнозируемой вами траектории. Тем не менее, очень точные экспериментальной определенные G7 БК, приведенные в Части 3 этой книги, решают проблему неопределенности, как минимум, в части БК. Вы можете перелистнуть книгу на Часть 3, и найти, что 7-мм 180-грановая VLD имеет G7 БК равный 0.337 фунт/дюйм^2. Еще один простой шаг – измерение того, насколько ось вашего оптического прицела находится выше оси канала ствола винтовки. Теперь у вас достаточно информации для ввода в вашу баллистическую программу и расчета базовой траектории для вашей охоты. На Рисунке 8.1 показана программа со всеми необходимыми вводными данными, и результатами расчета с шагом 100 ярдов.

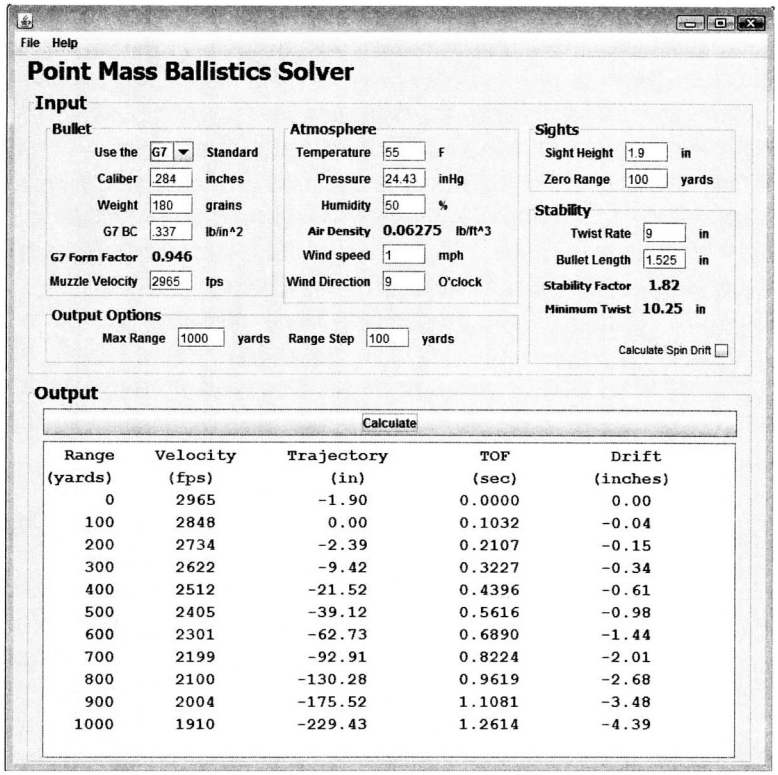


Рисунок 8.1. Баллистическая программа, показаны вводные данные и результаты расчета.

Необработанные результаты расчета этой программой применимы как есть, но возможны и некоторые манипуляции ими для определенных целей. К примеру, может быть удобно перевести понижение из дюймов в Угловые Минуты (MOA), чтобы проще было вводить поправки в оптический прицел. Также, если вы хотите знать Кинетическую Энергию (КЭ) пули, по мере ее полета к цели, вы можете рассчитать ее из веса пули и скорости

(Смотри Главу 11 Приложения, где показан пример расчета КЭ). Вся необработанная информация здесь есть, ее нужно только должным образом использовать. Данные о понижении могут быть распечатаны на небольшой карточке, заламинированы и положены в ваш бумажник, или приклеены лентой к какой-нибудь части вашего стрелкового оборудования, которое точно окажется с вами в поле. Все, что вам нужно будет сделать на месте, это измерить дальность до цели, посмотреть в вашу таблицу для определения понижения, и отрегулировать оптический прицел на нужное возвышение. Также остается небольшая проблема оценки ветра и выполнения хорошего выстрела, но каким было бы удовольствие от охоты, если бы программа наводила за вас винтовку и стреляла?!

Конечно же, этот пример немного упрощен. Еще многие различные аспекты вашего оборудования и техники владения им должны быть правильными, чтобы выполнять успешные попадания на больших дальностях, обсуждаемые повсюду в этой книге. Смысл этого примера состоит в том, чтобы проиллюстрировать основную информацию, необходимую программе, то, как ее найти и как использовать результаты.

Статичная распечатка – полезная вещь в полевых условиях. Она не настолько удобна в применении как PDA, позволяющий вам вводить точные переменные для данного дня, но в заламинированной карточке нет батарей, которые могут сесть, или электрических цепей, которые может замкнуть. Короче говоря, это надежный способ всегда носить ценную информацию с собой.

Наверняка будут иметься переменные, значение которых будет немного отличаться от тех, что вы ожидаете. В таких случаях вы можете сделать оценку того, какое влияние окажет разница в температуре воздуха в 5 градусов, например, на вашу траекторию. Ваши оценки подобных вещей будут становиться все более точными по мере того, как вы будете работать с программой и замечать влияние, оказываемое различными переменными на траекторию. Важно то, что информация, которую вы берете с собой в поле, является точной начальной точкой. Что еще вы можете сделать для ограничения числа таблиц, которые вам нужны, так это распечатать ветровой снос для поперечного ветра со скоростью 1 миля в час. Если у вас в поле поперечный ветер со скоростью 3 мили/ч, просто умножьте снос из вашей таблицы на 3. Это убережет вас от необходимости иметь таблицы для каждой возможной скорости ветра.

Все это обсуждение баллистических программ приводит нас к одному вопросу: насколько точными могут быть результаты расчета, выполняемого баллистической программой? В следующем разделе мы подробно изучим этот вопрос.

Подтверждение Результатов Расчета Баллистических Программ

Часто задаются вопросом: Насколько точной является конкретная баллистическая программа? Есть несколько возможностей ответить на этот вопрос. Один из них – сравнить результаты расчета данной программой с результатами расчета на других программах, в которые вводились одинаковые вводные данные.Если результаты совпадают, у вас, как минимум, появится уверенность в том, что ваша программа соответствует другим, но насколько в действительности они *точны?* Могут ли какие-нибудь из них по-настоящему прогнозировать траекторию пули в реальном мире? Этот вопрос интриговал меня многие годы, пока я, наконец, не решился протестировать математику. В настоящее время существует множество различных способов проведения экспериментов для тестирования точности баллистической программы, все с собственными переменными и неточностями. Трюк в том, чтобы провести эксперимент так, чтобы устранить как можно больше переменных. Ниже приведен метод, который я применял для выяснения точности баллистической программы Точечной Массы, прилагаемой к этой книге.

Как было сказано ранее, результаты расчета программы могут быть лишь настолько точными, насколько точны вводные данные. Дульная скорость и атмосферные условия запросто измеряются коммерческими инструментами вроде хронографа CED Millenium, карманного измерителя погоды Kestrel 4000 и 1200-ярдового лазерного дальномера Nikon, использовавшихся в этом эксперименте. Обычно, БК является самой сомнительной вводной.

Естественно, я использовал измеренные мной G7 БК для пуль, использовавшихся в этом тесте. Интересно отметить, что БК были рассчитаны из измеренного времени полета с использованием баллистической программы со стандартным алгоритмом решения. Другими словами, БК были найдены с использованием измеренного *времени полета*, и настоящий эксперимент покажет, насколько точно баллистическая программа может использовать эти G7 БК при прогнозировании *понижения*, о чем мы обычно заботимся в практических целях.

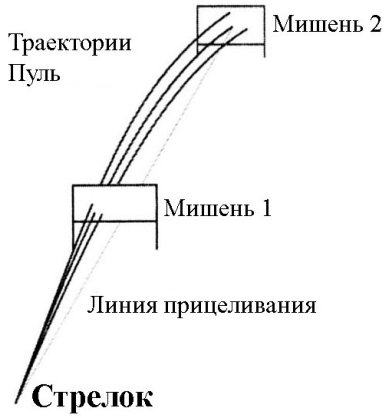
Типичным решением для наблюдения понижения является пристрелка винтовки на близкую дальность с последующим выяснением того, какая поправка по вертикали понадобится для попадания в точку прицеливания на большей дальности. Но в этом решении есть, как минимум, два крупных недочета. Прежде всего, точность регулировок прицела является неопределенным звеном между тем, насколько, как вы думаете, упадет пуля, в сравнении с тем, насколько она реально упадет. Иначе говоря, многие оптические прицелы имеют неточные и/или невоспроизводимые механизмы выверок или сетки, так что когда вы накручиваете или выносите по сетке 30 MOA возвышения, ваша точка прицеливания может сдвинуться, на самом деле, на 29 MOA или на 31 MOA. Подобные ошибки несущественны для большинства практических стрелковых ситуаций, но для целей научных экспериментов это гигантские ошибки, и их необходимо устранять из вычислений.

Лучшим решением является пристрелка выше на короткой дальности, с последующим переносом винтовки на стрельбу по более удаленной цели, и отстрелом следующей группы без регулировки оптического прицела. Это намного лучший вариант, потому что вы устраняете неопределенность с регулировками прицела из формулы. Но это решение все равно ограничено тем, что вы имеете две различные группы выстрелов. А что если что-то изменится для группы, отстрелянной на большую дальность? Другая средняя дульная скорость, к примеру? Даже если вы просто повернете винтовку и прицелитесь по более удаленной мишени немедленно после отстрела по ближней, существует возможность того, что точка прицеливания винтовки немного изменится из-за переменных, лежащих вне поля ваших знаний и вашего контроля. Нужно отметить, что если такой эксперимент выполнен аккуратно, эти неопределенности будут минимальными, но, тем не менее, они будут.

Единственный способ быть абсолютно уверенным в том, что вы измеряете понижение пуль непосредственно, это захват одной и той же группы выстрелов на двух дальностях. Это выполняется пристрелкой винтовки на большую дальность и установкой тонкой бумажной мишени *на пути* пуль в какой-нибудь точке между стрелком и удаленной мишенью (не блокируя линию прицеливания в удаленную мишень). На Рисунке 8.2 показан концептуальный эскиз и фотография тестовой установки, включающей винтовку, хронограф, мишень на 187 ярдов и мишень на 991 ярде. Для того, чтобы этот тест работал, требуется тщательная топографическая съемка мест расположения мишеней относительно линии прицеливания. Базовая процедура следующая:

1. Начните с пристрелки винтовки по удаленной мишени.
2. Используя уровень, нарисуйте горизонтальную справочную линию на Мишени 1.
3. Установив винтовку в положения для стрельбы и вынув затвор, наведите перекрестие в Мишень 2. Линия прицеливания находится под Мишенью 2.
4. Попросите партнера, выполняющего топографическую съемку, измерить расстояние от горизонтальной справочной линии на первой мишени до линии прицеливания.
5. Используя отвес, начертите вертикальную справочную линию на Мишени 1 непосредственно над линией прицеливания.
6. Не смещая винтовку из ее первоначального положения, отстреляйте группу выстрелов с использованием центра Мишени 2 в качестве точки прицеливания. Если Мишень 1 расположена в правильном месте, пробоины окажутся в обоих мишенях.

7. Вертикальная и горизонтальная линии на Мишени 1 могут быть использованы для определения того, где находились пули на этой дальности относительно линии прицеливания.
8. Попадания пуль в Мишень 2 могут быть измерены от центра этой мишени, так как он соответствует точке прицеливания.



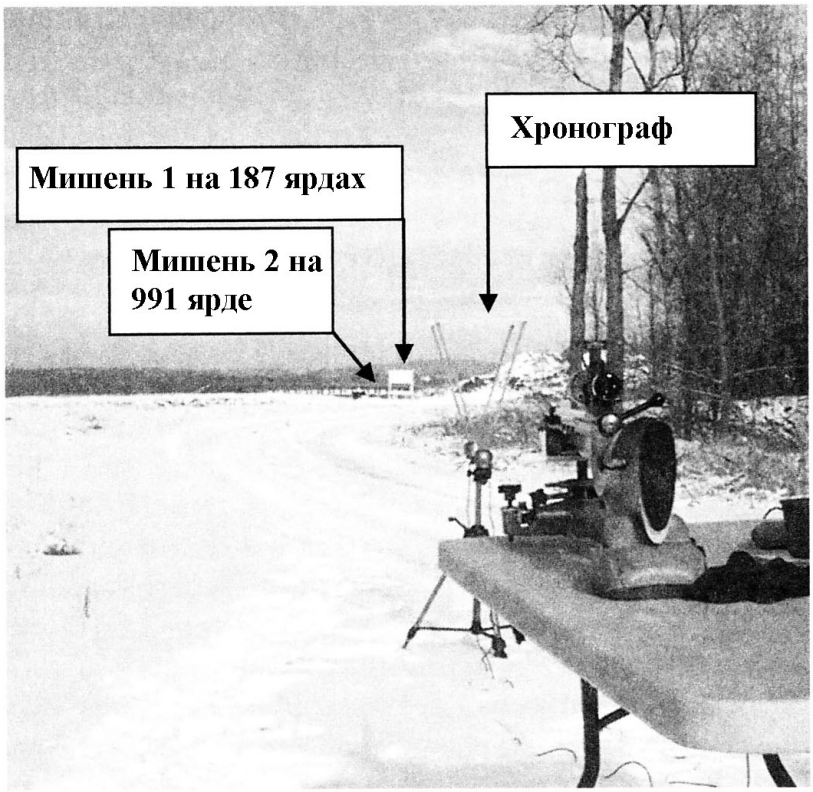


Рисунок 8.2. Установка для тестирования понижения с использованием двух мишеней.

Эту процедуру я использовал для получения реальных данных о понижении пуль. При должной топосъемке, траектория пули относительно линии прицеливания может быть измерена очень точно. Конечно же, некоторые неопределенности существуют при любых измерениях. Конкретные неопределенности этого эксперимента будут исследованы позже.

.260 Remington

В этом тесте использовались две винтовки для отстрела групп на две дальности. Первая винтовка была матчевой .260 Remington, стрелявшей 6.5-мм 142-грановыми пулями Sierra MatchKing.

Расположение пробоины от каждого выстрела на 187 и 991- ярдовых мишенях показано на Рисунке 8.3. В верхней части Рисунка 8.3 показана группа выстрелов на 187 ярдах. Вы можете видеть, что пули прилетела примерно на 49 дюймов выше и чуть левее от линии прицеливания. На нижнем графике Рисунка 8.3 показаны прогнозировавшиеся и реальные попадания пуль на 991 ярде. Точные положения по X и Y для каждой пули сведены в таблицу на Рисунке 8.3, в которой также приведены ошибки между прогнозировавшимися и реальными попаданиями на 991 ярде.

Прогнозировавшиеся точки попаданий на 991 ярд были сгенерированы следующим образом:

1. Положение по X (горизонталь) прогнозировалось исходя из предположения о постоянном поперечном разбросе. Другими словами, выстрел №1, прилетевший на 1.00 дюйм левее линии прицеливания на 187 ярдов, должен был прилететь на 5.3 дюйма левее на 991 ярде (991 ярд/187 ярдов = 5.3).
2. Прогнозируемые положения по Y (вертикаль) попаданий пуль были получены в результате использования прилагаемой баллистической программы. Эта программа использовалась для генерации траектории для каждого выстрела, прилетевшего выше линии прицеливания на 187 ярдов на измеренную величину. Величина понижения пули, спрогнозированная на 991 ярде для этой траектории – это *спрогнозированное* положение по Y точки попадания пули. Дульная скорость для каждого выстрела использовалась в этой программе для учета ее влияния на ожидаемую точку попадания каждой пули по вертикали.

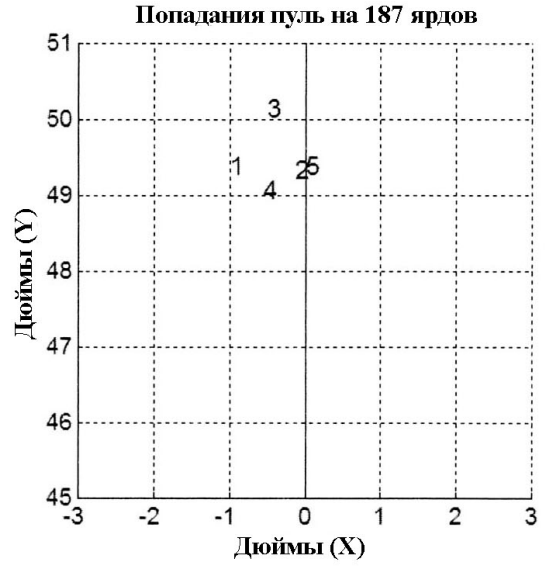
Атмосферные кондиции во время этого теста, измерявшиеся прибором Kestrel 4000, приведены дальше в этой главе в Таблице 8.3. Как обычно, «джокером» был ветер. Ветер был довольно устойчивым со скоростью 8 миль/ч и дул строго с 6 часов. Конечно, ветровые кондиции никогда не бывают *в точности* одинаковыми для всей группы выстрелов. К счастью, для этого эксперимента встречный и попутный ветра оказывали сравнительно небольшое влияние на понижение пули. Попутный ветер в 8 миль/ч поднимал точки попадания по вертикали для этой пули менее чем на 2″ на 991 ярде в сравнении с выстрелами без ветра. Это учитывалось при генерировании прогнозных точек попадания с помощью баллистической программы. Как будет показано позже в разделе, посвященном неопределенностям, ошибка с определением скорости попутного ветра в +/- 2 мили/ч соответствует +/- 0.4″ ошибки в прогнозной точке попадания на 991 ярде. Конечно же, существует потенциальная сложность с вертикальной компонентой ветра, которая может отклонять пулю вверх или вниз. Для измерения присутствия или величины возможных вертикальных компонент ветра в этом тесте не предпринималось никаких усилий. Учитывая плоский рельеф местности на тестовом стрельбище[7], там трудно возникнуть сильному вертикальному ветру, но я учел возможность присутствия этой потенциальной ошибки и принял ее в качестве неопределенности данного теста.

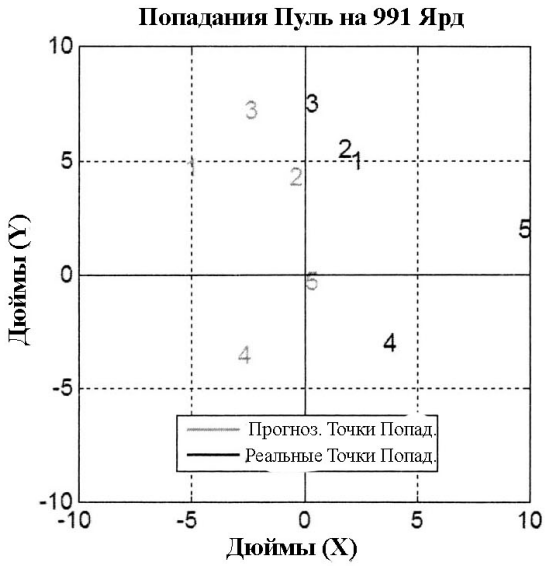
Но обратим наше внимание снова на Рисунок 8.3, можно сделать много интересных наблюдений, касающихся этих двух групп выстрелов и того, как прогнозные точки попаданий сравнимы с реальными попаданиями на 991 ярде.

Заметьте, что выстрелы №4 и №5 оказались более медленными, чем в среднем. Вы можете видеть на прогнозной и реальной группах выстрелов на 991 ярде, что выстрелы №4 и №5 пропорционально ниже в группе, чем они были на 187 ярдах. Это просто иллюстрирует то, что эти выстрелы, выпущенные с меньшей начальной скоростью, упали сильнее на большой дальности.

[7] Данный тест проводился на 1000-ярдовом стрельбище Reade Range в Аллеманс, Пенсильвания.

.260 Remington: 142 грана Sierra MatchKing





Выст-рел	Скорость *	187 ярдов		991 ярд				Ошибка	
				Прогноз		Реальн.			
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	2914	-1.00	49.39	-5.3	4.7	2.0	5.0	7.3	0.3
2	2914	-0.13	49.33	-0.7	4.3	1.5	5.5	2.2	1.2
3	2907	-0.50	50.14	-2.7	7.2	0.0	7.5	2.7	0.3
4	2883	-0.56	49.08	-3.0	-3.5	3.5	-3.0	6.5	0.5
5	2890	0.00	49.39	0.0	-0.3	9.5	2.0	9.5	2.3
							Средняя:	5.6	0.9

* Скорость исправлена так, что она соответствует реальной дульной скорости, учтены 6 фт/с, которые пули теряют между дульным срезом и хронографом.

Рисунок 8.3. Результаты для теста понижения .260 Remington.

Очевидно, что реальные выстрелы прилетели существенно правее от прогнозированных мест, учитывая их расположение на 187 ярдах. Существует несколько возможных объяснений этому. Если вы вспомните Главу 6, то деривация может придти на ум в качестве основной причины смещения этих попаданий. В соответствии с формулой деривации, эти пули должны были иметь деривационный снос в 6″ от 187 до 991 ярда. Этот прогноз очень хорошо совпадает с наблюдаемым смещением этих попаданий (в среднем 5.6″ горизонтального смещения). Тем не менее, есть и другая возможная причина этого смещения – ветер. Ветер в 8 миль/ч был оценен как строго попутный на месте стрельбы, но если этот ветер отличался всего на 10 градусов от строго попутного, он привел бы более чем к 8″ горизонтального отклонения от 187 до 991 ярда. Хотя я хотел бы сказать, что я измерил деривацию непосредственно, это просто не было ответственным заявлением в свете тех неопределенностей, которые были обусловлены направлением ветра. Эта экспериментальная установка могла бы быть использована для измерения деривации, но это нужно было бы делать в полном отсутствии любого ветра, чтобы оно было валидным.

Наклон винтовки (завал) может показаться возможной причиной горизонтального смещения выстрелов, но его не было. Горизонтальное смещение попаданий из-за завала винтовки будет пропорционально дальности, то есть, если бы завал был (без сомнений, какая-то его величина присутствовала), он был бы учтен таким образом, что горизонтальное смещение попаданий на 991 ярде вошло бы в прогноз.

Интересно поразмышлять о возможных причинах горизонтального смещения размером ~6″, но это не самая главная проблема, учитывая цель эксперимента, которая, если помните, состоит в том, чтобы измерить ***понижение пули.***

Взглянув еще раз на таблицу с Рисунка 8.3, вы можете увидеть, что средняя ошибка составляет всего 0.9″ в вертикальном расположении пробоин на мишени. Другими словами, *базируясь на начальной скорости пули и расположении пробоин на 187 ярдах, баллистическая программа спрогнозировала места, куда должны попасть эти пули на 991 ярде, с точностью 0.9″.* Это экстремально вдохновляющий результат, потому что он подтверждает факт, что баллистические программы с точными вводными очень даже могут быть использованы для прогнозирования траекторий с исключительной точностью, когда все переменные должным образом учтены. Позже в этой главе анализ неопределенностей этого теста покажет, что 0.9″ находится в пределах ожидаемых рамок ошибки для этого эксперимента.

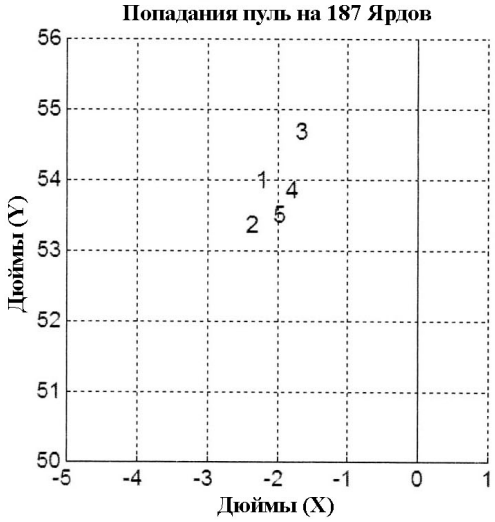
Имейте в виду, что G7 БК пуль, используемых в этом тесте, были найдены до этого, и они не *подгонялись* в соответствие с результатами этого эксперимента. Все G7 БК в Приложении к этой книге были найдены одинаковым способом, и они настолько же точны, как и те, что использовались для этого эксперимента.

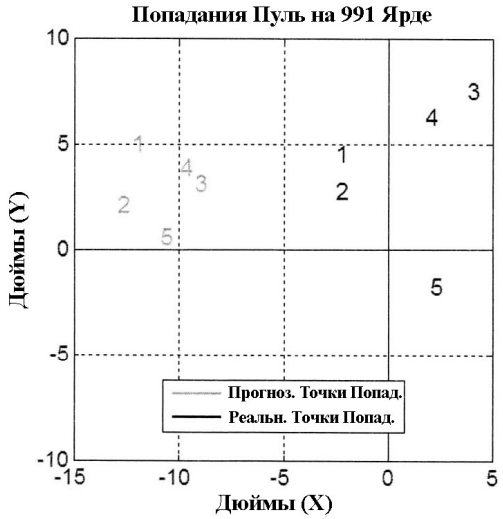
.308 Winchester

Другая комбинация винтовки/пули была протестирована в тот же день при такой же установке, как и .260 Remington. Вторая винтовка – также матчевая, имеющая патронник под .308 Winchester. Фактически, это та же винтовка Palma, что я использовал, когда выиграл US National Palma Individual Trophy в начале этого года (2008). Пули, использовавшиеся для этого теста, были теми же пулями, что я использовал, когда выиграл этот Чемпионат; Berger .30 калибра 155.5 гран FULLBORE. Результаты тестирования понижения для этой винтовки Palma показаны на Рисунке 8.4.

Единственное, что бросается в глаза в отношении результатов для .308, это то же самое смещение пробоин вправо на 991 ярде. На этот раз это в среднем 11.6″ горизонтального смещения от ожидаемых точек попадания до тех точек, где они в действительности разместились на бумаге. В соответствие с формулой деривации, эти пули .308 калибра должны были иметь около 9″ деривации от 187 до 991 ярда. Хотя это близко к наблюдаемым 11.6″ смещения, теперь невозможно узнать, была ли это действительно деривация, или небольшая компонента поперечного ветра.

.308 Winchester 155.5-грановая Berger FULLBORE





Выст-рел	Скорость*	187 ярдов		991 ярд				Ошибка	
				Прогноз		Реальные			
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	3003	-2.31	54.00	-12.2	5.0	-2.5	4.5	9.7	-0.5
2	3005	-2.44	53.37	-12.9	2.1	-2.5	2.8	10.4	0.7
3	2979	-1.75	54.69	-9.3	3.1	3.8	7.5	13.1	4.4
4	3001	-1.88	53.87	-10	3.9	1.8	6.3	11.8	2.4
5	2995	-2.06	53.51	-10.9	0.6	2	-1.8	12.9	-2.4
							Среднее:	11.6	0.9

* Скорость исправлена так, что она соответствует реальной дульной скорости, учтены 8 фт/с, которые пули теряют между дульным срезом и хронографом.

Рисунок 8.3. Результаты для теста понижения .308 Winchester.

Что еще бросается в глаза, так это то, что спрогнозированные и реальные попадания .308 совпали не так хорошо, как для .260. Ошибка между прогнозными и реальными попаданиями по вертикали на 991 ярд для .260″ составила от 0.3″ до 2.3″, диапазон разброса всего 2″. Для выстрелов .308, ошибка составила от -2.4″ до +4.4″, диапазон разброса 6.8″. У меня есть пара теорий, касающихся этого наблюдения. Во-первых, это могло быть обусловлено «джокером» потенциально неизвестной вертикальной компоненты ветра. Другая теория может быть проиллюстрирована выстрелом №3.

Выстрел №3 был самым высоким в группе на 187 ярдах, но имел самую низкую ДС из всех, примерно на 20 фт/с ниже средней. Из-за такой низкой измеренной скорости для этого выстрела, баллистическая программа спрогнозировала, что он должен был упасть в низ группы на 991 ярд. Тем не менее, на 991 ярде этот выстрел все еще оказался самым высоким в группе, и дал самую большую ошибку из всех выстрелов, попав на 4.4″ выше прогнозируемой точки. Одним возможным объяснением является то, что данная измеренная скорость была неточной для этого выстрела. Если бы траектория выстрела №3 была спрогнозирована с использованием дульной скорости, более близкой к средним 3000 фт/с, с учетом известного положения пробоины на 187 ярдах, спрогнозированное попадание на 991 ярде находилось бы на 8.0″ выше линии прицеливания, что всего лишь на 0.5″ выше той точки, в которую этот выстрел в действительности попал. Этот выстрел явно указывает на ошибку хронографа.

Известно, что хронографы чувствительны к условиям освещения, и день тестов был солнечным с небольшой облачностью.

Независимо от диапазона ошибок для .308, средние попадания по вертикали были всего на 0.9″ выше прогнозировавшихся точек попадания по вертикали. Интересно отметить, что если убрать из расчета подозрительный выстрел №3, то средняя ошибка понижения оказалась бы равной менее 0.1″ для оставшихся четырех выстрелов на 991 ярде.

Вот еще одна возможная причина того, что пули имеют ошибки по вертикали: вариации БК. Любая конструкция пули будет иметь некоторый *номинальный* БК, но для каждой отдельной пули могут существовать небольшие различия в БК, обусловленные разницей в размерах вроде диаметра носика. Я не знаю, какая часть вертикальной ошибки в этих тестах обусловлена неточностями отсчетов с хронографа, какая часть неточным соответствием БК, и какая просто случайным разбросом. Никаких доработок пуль с целью уравнивания их БК не производились, они снаряжались и выстреливались прямо из коробки.

Несмотря на относительно мелкие недостатки этого теста, я полагаю, что он оказался очень успешным в подтверждении того, что баллистические программы, определенно, могут быть использованы для прогнозирования исключительно точных траекторий пуль в реальном мире. Одной из наиболее потрясающих вещей является знание того, что вам не нужно каких-то ультранавороченных компьютерных программ, работающих часами на суперкомпьютере, чтобы получить такие точные результаты. Баллистическая программа, использовавшаяся для генерирования прогнозных траекторий для этого эксперимента, в точности такая же, как и приложенная к этой книге! Просто удивительно, что эта простая в использовании и бесплатная программа, работающая на любом обычном компьютере, может быть использована для генерирования таких точных траекторий. Конечно же, эта программа не является ни оригинальной, ни уникальной. Это стандартная баллистическая программа с типичным численным методом решения. Результаты расчета очень хорошо согласуются с бесчисленными другими программами, использующими те же обычные алгоритмы решения. То, что всегда ограничивало точность этих программ, так это отсутствие точных БК, которые можно было бы использовать в этих программах. Теперь, всего лишь *обычная* баллистическая программа, работающая совместно с измеренными БК, делает возможным для каждого расчет траекторий с такой же точностью, как и в тесте, описанном в этой главе.

После краткого обсуждения границ ошибок для этого теста, я представлю короткий пример, который позволит вам заново создать прогнозные данные по понижению для предыдущего эксперимента.

Анализ Неопределенностей

В начале этой темы было сказано, что моя текущая тестовая установка является наилучшим способом минимизации ошибок, связанных с измерением понижения пуль. Тем не менее, *минимизация* не означает *игнорирование*. В Таблице 8.2 приведен список неопределенностей, имевшихся в этом тесте понижения.

Как показано в Таблице 8.2, Корень из Суммы Квадратов (КСК) всех неопределенностей для этого теста понижения пули составляет +/- 2.9″ на 991 ярде. Это означает, что пока

реальная точка попадания пули находится в пределах +/- 2.9″ от прогнозного положения, спрогнозированное понижение будет действительным в пределах точности данного эксперимента.

Источник Неопределенности	**Примерная Величина Неопределенности**	**Влияние этой неопределенности на вертикальные точки попадания на 991 ярде[8]**
Дульная скорость	+/- 3 фт/с	+/- 0.6″
Скорость Попутного Ветра	+/- 2 мили/ч	+/- 0.4″
Вертикальное смещение на 187-ярдовой мишени	+/- 0.1″	+/- 0.5″
БК пули	+/- 1%	+/- 1.8″
Плотность воздуха	+/- 1%	+/- 1.8″
Ошибка прицеливания	+/- 1.0″	+/- 1.0″
Суммарная Неопределенность КСК:		**+/- 2.9″**

Таблица 8.2. Примерные неопределенности и их влияние в тесте на понижение пуль.

Был всего лишь один выстрел из 10 (выстрел №3 для .308), который вышел за пределы границ ошибки +/- 2.9″. На самом деле, средняя ошибка для обоих тестов .260 и .308 составила всего 0.9″ на 991 ярде несмотря ни на какие источники ошибок измерений, существовавшие в этом тесте.

Воссоздание прогнозов для данного теста с использованием прилагаемого ПО

Переменная	**Значение для .260**	**Значение для .308**
Калибр пули	.264	.308
Вес пули	142 грана	155.5 гран
G7 БК пули	0.301 фунт/дюйм^2	0.237 фунт/дюйм^2
Высота прицела	1.79″	1.91″
Температура	39.5°F	39.5°F
Давление	28.49 дюйм.рт.ст	28.49 дюйм.рт.ст.
Относительная влажность	60.1%	60.1%
Скорость ветра	8 миль/ч	8 миль/ч
Направление ветра	6 часов	6 часов

Таблица 8.3. Вводные баллистической программы для теста понижения.

Насколько хороша для вас баллистическая программа, если вы не можете использовать весь ее потенциал? В этом разделе будет показано, как прилагаемую программу можно настроить и использовать для получения спрогнозированных значений понижения, которые были описаны в предыдущих разделах этой главы. В Таблице 8.3 перечислены все вводимые переменные, использовавшиеся для генерирования прогнозных значений для тестов понижения пуль. Единственной переменной, не включенной в Таблицу 8.3, является дальность пристрелки, потому что ее приходилось изменять для того, чтобы подогнать траекторию под наблюдаемую высоту на 187 ярдах. В качестве примера этого процесса рассмотрим первый выстрел теста .308. Чтобы настроить баллистическую программу на этот выстрел, введите всю информацию, содержащуюся в Таблице 8.3, и дульную скорость 3003 фт/с. Установите *Range Step Size (Шаг По Дальности)* на 1 ярд. Это позволит вам увидеть, где оказалась эта

[8] Эти влияния усреднены между .260 и .308. Так как величины неопределенностей были лишь оценены в первом приближении, не имеет смысла заботиться о том, как эти эффекты отличаются для .260 и .308.

пуля на 187 ярдах. Установите дальность пристрелки на 991 ярд для начала, и нажмите *calculate (рассчитать).* Прокрутите появившийся список до 187 ярдов, и посмотрите, насколько выше линии прицеливания была эта пуля. Для дальности пристрелки 991 ярд, траектория должна оказаться на 53.05″ выше на 187 ярдах. Теперь мы знаем, что этот выстрел оказался в действительности на 54.00″ выше на 187 ярдах в соответствии с табличными данными с Рисунка 8.4.

Чтобы воссоздать в точности эту траекторию, отрегулируйте дальность пристрелки до тех пор, пока траектория не окажется в точности на 54.00″ выше на 187 ярдах (потому что именно сюда попал этот выстрел на 187 ярдах). Оказывается, что этот выстрел требует ввода дальности пристрелки в 999.9 ярда, чтобы пуля оказалась на 54.00″ выше на 187 ярдах. Помните, реальные дальности пристрелки будут случайно выбранными для каждого выстрела. Важно то, что мы заставляем программу соответствовать наблюдаемому превышению на 187 ярдах, и тогда мы можем увидеть, насколько пуля упадет ниже на 991 ярде. Если все вводные правильные, этот выстрел должен показать попадание на 5.00″ выше на 991 ярде. Реальная пуля попала на 4.5″ выше, это означает, что мы получили ошибку в понижении в 0.5″ для этого выстрела. На Рисунке 8.5 показан скриншот баллистической программы, на котором видны вводные данные и траектория на ключевых дальностях (0, 187 и 991 ярдах). Эту процедуру можно повторить для каждого выстрела. Просто не забывайте вводить правильную дульную скорость и проводить итерации до тех пор, пока не найдете правильную дальность пристрелки, соответствующую траектории на 187 ярдах.

Понятно, что это не стандартный способ использования баллистической программы. Типично вы просто вводите нормальную дальность пристрелки, и смотрите полученную в результате траекторию по каждую сторону от этой дальности.

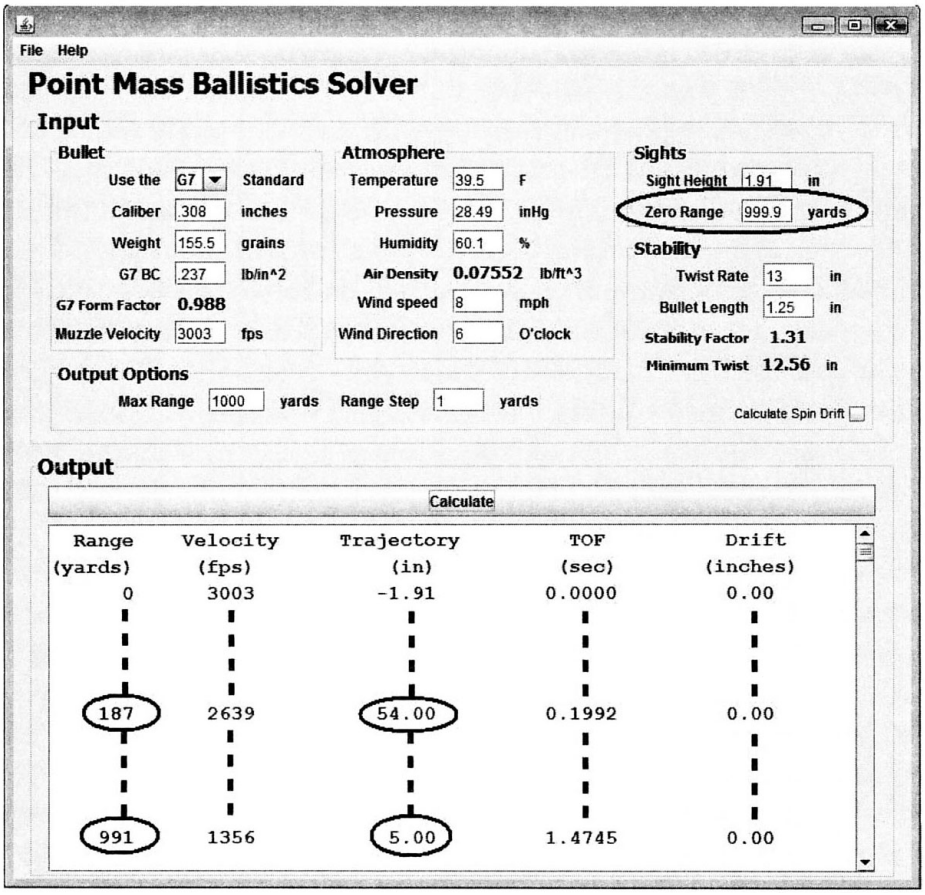


Рисунок 8.5. Проводите итерации по дальности пристрелки до тех пор, пока прогнозируемая точка попадания на 187 ярдов не окажется там, где вы ее в действительности наблюдали.

Распространенные ошибки баллистических программ

Мы уже много раз говорили о том, что баллистическая программа не может быть более точной, чем вводимые в нее данные (как говорят компьютерные программисты, GIGO, Garbage In – Garbage Out (Мусор Ввел – Мусор Получил)). Это здравый смысл, но как мы знаем, насколько хороши наши вводные данные? Какие из них наиболее важные, а какие можно и додумать? Кроме этого, какие обычные ошибки совершаются при интерпретации результатов? Начнем с вводимых данных.

Исторически БК остается огромной проблемой по причинам, описанным в разных частях книги. Непостоянство методов получения БК различными компаниями-производителями пуль, и традиция привязки всех пуль к устаревшему стандарту G1 являлись крупнейшими проблемами, связанными с получением по-настоящему точных БК для использования в генерировании точных таблиц траекторий. Я решил эту проблему, опубликовав экспериментально измеренные БК, связанные с правильным стандартом G7. Просто найдите пулю, которой стреляете, в конце книги, и используйте БК, привязанный к стандарту G7. Вы не найдете более точных БК нигде, даже в публикуемых производителями пуль данных.

Теперь вводимая дульная скорость пули. Лучше всего измерить дульную скорость вашего заряда напрямую хронографом, нежели надеяться на прогнозные данные, публикуемые в руководствах по релоадингу. Эти руководства предназначены для использования в качестве наставлений, показывающих вам примерно, где вы находитесь, и уберегающих вас от опасных зарядов. Из-за точности методов, используемых для генерирования этих данных, вариаций между партиями пороха и капсюлей, не говоря уже о различиях между стволами, вы не можете рассчитывать на то, что руководство по релоадингу даст вам достаточно точное предсказание дульной скорости. Измерение ДС хронографом – наилучший способ, и если у вас есть возможность протестировать ваш хронограф вместе с другим, сделайте это. Если оба прибора будут показывать одинаковые скорости для выстрелов, отстрелянных через них, установленных в тандеме, у вас будет больше уверенности в том, что ваш хронограф (и другой тоже) действительно точен. Если вы рассчитываете только на один прибор, который никогда не проходил проверок, вы можете использовать неверные скорости и не знать об этом. Кроме того, чем больше данных вы наберете в различные дни, тем лучше вы будете понимать, какой будет ваша средняя скорость. Хронографы могут быть чувствительными к различным условиям освещения, и могут давать вам плохие результаты в какие-то дни. Тестирование их в различные дни должно выявить ошибку. Кроме того, тестирования в различные погодные условия, особенно при существенных изменениях температуры, подскажет вам, насколько чувствительны к этому скорости ваших зарядов. Вам никогда не удастся узнать слишком много о вашей дульной скорости! Измерить эту величину один раз и надеяться на то, что она никогда не будет меняться – это ошибка.

Если вы используете по-настоящему точные G7 БК, и хорошо понимаете данные по дульной скорости, вы уже прошли большую часть пути до приемлемого решения.

Атмосферные кондиции могут быть важными, но обычно вы не знаете, что будет, когда генерируете ваши таблицы понижений на компьютере. Лучшее, что вы можете сделать, это взять и ввести средние кондиции для времени года на высоте, на которой будете стрелять. Если использовать средние кондиции для вашего местоположения, будут шансы на то, что вы окажетесь близки к реальности. И что вы не захотите делать – так это игнорировать переменные просто потому, что вы не знаете, какими будут их значения в реальности. Стандартные атмосферные условия, заданные по умолчанию, соответствуют уровню моря, где воздух плотнее, чем в большинстве случаев в реальном мире. Конечно, если у вас есть баллистическая программа на PDA, который вы можете взять с собой в поле, вы можете ввести текущие, измеренные кондиции, и получить соответствующее решение. Это самый лучший способ.

Высота прицельных приспособлений над осью канала ствола (высота прицела) – это число, которое очень просто, но необходимо, ввести правильно. Большинство прицелов бу-

дет находиться на высоте от 1.5″ до 3.5″ выше оси канала ствола. Уделите время, чтобы измерить и ввести правильное значение, нежели оставлять то, что введено по умолчанию, если хотите, чтобы ваши таблицы превышений были точными. Простой способ измерения высоты прицельных приспособлений состоит в измерении диаметра ствола под объективом оптического прицела с помощью набора калибров, и разделении этого числа на 2. Теперь измерьте наружный диаметр объектива прицела и разделите на 2. Теперь измерьте зазор между объективом и стволом и прибавьте его к предыдущим двум цифрам. Сумма этих 3 расстояний и есть высота линии прицеливания над осью канала ствола.

Проблемы с ветром обычно меньше связаны с точностью ветрового сноса, спрогнозированного программой, и больше с трудностью определения реальной скорости ветра и его направления в поле. Ветер является самой большой неизвестной в стрельбе на большие дальности.

Дальность пристрелки – это простая переменная, которую часто принимают как есть. Обычно практикуют пристрелку винтовок с прочного стола, затем берут их на охоту и стреляют с сошки, или с какого-то другого упора, отличного от того, с которого винтовка пристреливалась. Эта разница в стрелковых платформах может легко перейти в разницу между точками, в которые винтовка попадает. Кроме того, иногда процесс пристрелки не позволяет точно знать, где находятся реальные точки попадания. Если вы стреляете и производите регулировки до тех пор, пока ваш последний выстрел не попадет точно в центр, то лучше стрелять группы как минимум в 3 или 5 выстрелов, чтобы подтвердить то, что средняя точка попадания действительно обнулена, и она основана не на одном лишь выстреле. Это вызывает другую проблему, а именно *блуждающий ноль*, свойственный некоторым винтовкам по мере нагрева ствола. В процессе изготовления винтовочного ствола могут наводиться напряжения в стали ствола, и при нагреве ствола, эти нагрузки могут вызывать легкое коробление ствола, что приводит к блужданию точки попадания. Это часть проблемы, делающей *выстрелы из холодного ствола* настолько сложной задачей. Довольно легко завести выстрелы в центр мишени, но что случится, если вам понадобится 10 выстрелов чтобы придти в центр, и вы даете затем винтовке остыть в течение часа. Попадет ли первый выстрел из холодного ствола туда, куда попал последний выстрел из горячего ствола? Вероятно, нет. *Не принимайте пристрелку своей винтовки на веру!* Если вы рассчитываете на успех при поражении мишеней из холодного ствола, вам нужно знать, куда ваша винтовка будет стрелять из холодного ствола, а не предполагать, что сохранится тот же ноль, что был найден после продолжительной стрельбы.

Мы рассмотрели почти все важные вводимые данные. Если вы аккуратны и делаете все возможное, чтобы ввести точные вводные, вы можете быть уверены в том, что программа вернет точные результаты расчета.

Точные результаты расчета не означают, что вы можете ничего не делать. Вам еще остается интерпретировать и применить эти результаты должным образом. Ошибки в применении могут быть связаны с пониманием ваших прицельных приспособлений, о чем поговорим в следующей главе. В основном, вы должны быть внимательны при конвертировании дюймов понижения в клики маховика прицела. Маховики большинства прицелов проградуированы (клики) в ¼ MOA, где 1 MOA *примерно* равно 1″ на 100 ярдов. Тем не менее, настоящее определение 1 MOA – это 1.047″ на 100 ярдов. Это может быть не важным на близких дальностях, но может вызвать 4.7″ ошибки прицеливания на 1000 ярдах.

Читателю настоятельно рекомендуется не *выдумывать* вводимые данные для того, чтобы результат соответствовал реальному понижению пули. Очевидно, значение для вас имеет лишь то, что происходит в реальном мире, но слишком часто стрелки просто стараются вводить в баллистическую программу заведомо неправильные значения вводных данных, чтобы результат соответствовал тому, что, *как они думают*, они видят в поле. К примеру, скажем, у нас есть стрелок, который видит понижение в 300″ на 1000 ярдах от пристрелки на 100 ярдах. Он не калибровал свой прицел, не измерял дальность, атмосферу или дульную скорость. Он просто запускает баллистическую программу с использованием параметров ат-

мосферы *по умолчанию*, и *примерно оцененной* дульной скоростью. И он разочарован тем, что глупая программа не соответствует «реальности» того, что он наблюдает в поле. Теперь он упорно изменяет БК до тех пор, пока программа не показывает понижение, которое он *наблюдал.* Стрелок любезно докладывает этот БК своим друзьям, называя его *реальным* БК, и верит в том, что он может использовать его для прогнозирования *реальных траекторий* от этого дня и дальше в любых обстоятельствах. Хотя ошибки могут работать почти правильно для его уникального набора данных, они очень мало помогут кому-то другому, кто стреляет в других условиях.

Очень частой ошибкой, связанной с баллистическими программами, являются ошибки с прицельными приспособлениями. К сожалению, стрелки очень часто доверяют тому, что поправки их прицелов в точности соответствуют заявленным в рекламе, обычно ¼ MOA на клик. Стрелки измеряют свою дульную скорость, дальность, атмосферные условия, и записывают количество *кликов*, которые они ввели для пристрелки на определенную дальность. *Клики* переводятся в понижение в соответствии с предположением о том, что каждый клик имеет в точности заявленное значение. Если это *выведенное* понижение не согласуется с результатом расчета баллистической программы, большинство стрелков предполагают, что это связано с тем, что необходимо подправить БК (что иногда соответствует действительности). Но большую часть времени, это несоответствие происходит из-за того факта, что клики оптического прицела не соответствуют в точности ¼ MOA, а на самом деле чуть больше или чуть меньше этого значения. Другими словами, неточные регулировки прицела создают *предположение* о том, что пуля падает больше или меньше, чем на самом деле. Если стрелок подправит вводимое значение БК так, чтобы баллистическая программа соответствовала их *предполагаемой* траектории, тогда вся остальная метрика, прогнозируемая программой, будет неверной (ветровой снос, остаточная скорость, энергия и т.д.). Более того, этот неверный БК будет бесполезным для кого-то другого (или того же самого стрелка), при использовании другого оптического прицела. Детали, касающиеся оптических прицелов, представлены в следующей главе, но важно знать о взаимоотношениях между оптикой/прицелом и *реальным понижением пули.*

Выводы

Цель этой главы состояла в том, чтобы дать читателю знания и уверенность в возможности успешного использования баллистической программы как инструмента для стрельбы на большие дальности. Наша задача – не продать вам какой-то конкретный метод решения или программу. Существует огромное количество бесплатных программ, и все они достаточно точны. Основной вывод состоит в том, что если вы используете их правильно, они прогнозируют точные траектории, что было продемонстрировано экспериментом, описанным в этой главе.

Будет ошибкой полагать, что освоение баллистической программы – это все что требуется для успеха в стрельбе на большие дальности. Определенно, это важное звено в цепи, но это всего лишь одно звено. Существует множество звеньев до и после, которые не менее важны для поражения целей на больших дальностях.

Глава 9: Работа с Прицельными Приспособлениями

В предыдущих главах мы представили информацию, требуемую для понимания и выполнения очень точных прогнозов траекторий. Тем не менее, даже самое точное решение проблемы стрельбы не попадет за вас в мишень, если вы будете неправильно контролировать прицельные приспособления. *Понимание прицельных приспособлений – это критические мост между* ***знанием того, куда полетит пуля,*** *и* ***взятием правильной поправки на это.*** Без полного и точного понимания ваших прицельных приспособлений, вы не сможете попадать в мишени на больших дальностях, независимо от того, используете вы оптический или механический (мушку-целик или диоптр) прицел. Я не говорю о знании того, как прицельные приспособления *должны двигаться* (как заявлено в рекламе, в MOA или Милах или дюймах и т.д.). Я говорю о точном знании того, как они *на самом деле движутся,* что предстоит измерить.

Важность понимания регулировок прицела может быть проиллюстрирована очень типичным примером, который разыгрывался бесконечное число раз во всех дисциплинах стрельбы на большие дальности. Скажем, серьезный стрелок усердно измеряет свою дульную скорость и все атмосферные кондиции для его места стрельбы. Он использует очень точный БК (лучше, если привязанный к стандарту G7), и он учитывает высоту прицельных приспособлений, и даже знает *ноль холодного ствола* своей винтовки. Он поставил мишень на 1000 ярдов, и тщательно сгенерированное ультра точное компьютерное решение для его выстрела подсказало, что его пуля будет иметь понижение в 314.1″, то есть, точно 30 MOA на этой дальности. Итак, он аккуратно поворачивает маховик своего прицела вверх на 30 MOA и стреляет. Когда он видит, как его пуля пролетает в 2 футах выше мишени, он ставит под сомнение возможную точность своего дорогого программного обеспечения и PDA, и вообще начинает сомневаться в возможности надежных прогнозов траекторий. Этот ошибочный выстрел замечается в блокноте, и делается заметка о том, каким было *реальное* понижение пули на 1000 ярдах для этой винтовки в этих кондициях, а компьютерное решение для выстрела, посчитанное на PDA в тот день рассматривается как ненадежное примерное значение с неопределенной точностью.

Эксперимент, описанный в предыдущей главе, продемонстрировал, что когда баллистические программы получают по-настоящему точные вводные данные, они в самом деле возвращают по-настоящему точные результаты. Итак, как наш стрелок из приведенного выше примере умудрился промазать? Он промахнулся потому, что сделал самую распространенную ошибку новичка, посчитав, что перекрестие его прицела движется точно как заявлено в рекламе на ¼ MOA на клик, на всем пути в 30 MOA.

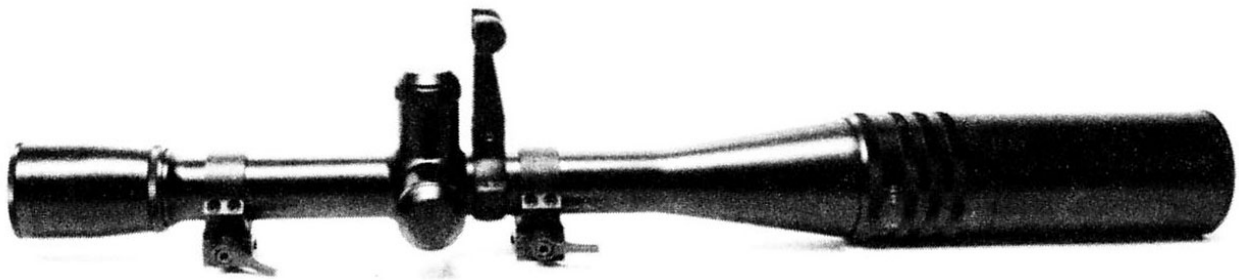


Рисунок 9.1. Прицел – критическое звено, выполняющее корректировку на траекторию пули. Хорошо изучите характеристики своего прицела.

При нахождении нуля для винтовки на заданной дальности, вы можете предположить, что поправки прицела являются примерно такими, как они говорят, и продолжить регулировать прицел до тех пор, пока не будете удовлетворены тем, куда прилетают ваши пули. Независимо от того, сколько кликов для этого требуется, вы просто знаете, что винтовка теперь пристреляна. Тем не менее, *если вам нужно отрегулировать прицел на точную величину для того, чтобы учесть гравитационное понижение для выстрела на большую дальность, просто необходимо, чтобы вы точно знали, на сколько ваше перекрестие действительно сдвинулось, когда вы крутили барабанчики.* Простое предположение о том, что каждый клик стоит столько, сколько заявляется в рекламе – плохая политика, и может вызывать промахи на больших дальностях. Что еще хуже, эта проблема может разрушить уверенность стрелка в своем компьютерном решении, и оставить его догадываться о том, как ему регулировать свой прицел.

Эта проблема неидеальных регулировок прицельных приспособлений стала причиной появления большого количества старушечьих баек, существующих в сообществе стрелков на большие дальности. К примеру; рассмотрим мнение о том, что определенная пуля имеет существенно различные БК (выражающиеся в различной величине понижения) при отстреле из разных винтовок. Это не так. Это иллюзия, созданная мелкими отличиями в *реальных* поправках различных оптических прицелов. Если два стрелка стреляют одной и той же пулей, правильно стабилизированной, с одинаковой дульной скоростью, с одной высотой прицельных приспособлений, дальностью пристрелки, атмосферными кондициями и т.д., и одному стрелку нужно ввести 30 МОМ от точки пристрелки на 100 ярдов для попадания в центр на 1000 ярдов, а другому парню нужно 31 МОА, это не потому, что пуля действительно летит по-разному из двух винтовок! Разница в том, что одному прицелу требуется 30 МОА поправки на понижение, а другому прицелу требуется 31 МОА для поправки на *ту же величину понижения.* Наиболее вероятная причина в том, что шаги выверки для этих двух прицелов не одинаковы. Тем не менее, вы можете возразить, что если винтовка имеет не достаточно быстрый твист ствола для адекватной стабилизации пули, то ее БК будет страдать от этого, и выстрелы действительно будут попадать ниже, что *действительно* возможно. В моем примере сделано предположение об адекватной стабилизации пули из стволов обоих винтовок. Если адекватная стабилизация есть, БК пули будет очень однообразным для всех винтовок. Проблема пере *стабилизации,* и ее возможного влияния на БК, будет обсуждаться в следующей главе, посвященной стабилизации пуль.

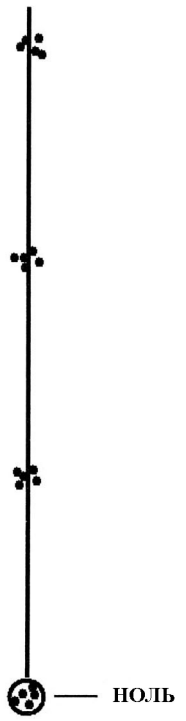


Рисунок 9.2. Тест с высокой мишенью.

Тест с высокой мишенью

Хорошие новости в том, что проблему неопределенности регулировок прицела можно решить одной поездкой на стрельбище. Вот как это делается.

1. На измеренной дальности 100 ярдов устанавливаете мишень высотой 4 фута с точкой прицеливания около нижнего среза мишени.
2. Используя отвес или уровень, чертите вертикальную линию, идущую от точки прицеливания вверх до верха мишени.
3. Отстреливаете группу из 5 выстрелов в точку прицеливания со своей точкой пристрелки на 100 ярдов.
4. Регулируете оптический прицел вверх на 10 МОА и отстреливаете еще одну группу из 5 выстрелов.
5. Регулируете оптический прицел вверх на 10 МОА и отстреливаете еще одну группу из 5 выстрелов.
6. Регулируете оптический прицел вверх на 10 МОА и от-

стреливаете еще одну группу из 5 выстрелов. Теперь вы должны попасть на 30 MOA выше вашей точки прицеливания.

7. Измеряете расстояние между центрами групп и смотрите, действительно ли они отстоят одна от другой на 10 MOA (10.47″ на 100 ярдах). Если нет, вам нужно найти коэффициент поправки для регулировок вашего прицела.

Существует не один способ для того, чтобы характеризовать движение вашего перекрестия. Один способ состоит в том, чтобы найти, сколько MOA стоит каждый клик. К примеру, скажем, ваши первые две группы отстоят друг от друга на 11.1″. Следующим шагом будет определить, на сколько MOA сместилось перекрестие. Так как 1 MOA это 1.047″ на 100 ярдов, вы можете определить, что перекрестие сместилось на 11.1″/1.047 = 10.60 MOA. Это означает, что перекрестие сместилось на 10.60 MOA/40 кликов = 0.265 MOA на один клик, что больше заявленных в рекламе 0.25 MOA на клик. Вы можете обнаружить, что требуется другой коэффициент поправки около верха регулировки прицела, чем около низа и в середине. Эти поправочные коэффициенты необходимо записать и применять, когда в полевых условиях приходится вводить большие величины поправки.

Другой способ – забыть о MOA вообще, и использовать другие единицы: Дюймы На Сотню Ярдов (ДНСЯ). Использование ДНСЯ позволяет проще переходить с дюймов понижения на какой-нибудь дальности к кликам прицела. Вам не нужно заботиться о том факте, что 1MOA = 1.047″ на 100 ярдов. Используя ДНСЯ, если у вас будет 300.0″ понижения на 1000 ярдов, вам нужно накрутить на вашем оптическом прицеле 30 ДНСЯ вверх. Для определения того, сколько ДНСЯ стоит каждый клик, можно просто использовать тест с вертикальной мишенью. Вы знаете, что каждая группа отстоит от другой на 40 кликов (80 кликов, если у вас клики по 1/8 MOA). Итак, если группы отстоят на 11.1″, вы можете сказать, что каждый клик стоит 11.1″/40 кликов = 0.2775 ДНСЯ. Теперь, если вам нужно сделать этот выстрел на 1000 ярдов, который требует 300.0″ поправки, вы можете определить, сколько кликов требуется, разделив 300.0″ / (0.2775 ДНСЯ*10(сотни ярдов)) = 108 кликов. На барабанчике вашего прицела это будет соответствовать 27 MOA, в то время как перекрестие на самом деле переместится на 28.65 MOA.

Некоторые стрелки калибруют поправки своих оптических прицелов оборотами. К примеру, первый оборот может перемещать перекрестие на 0.2775 ДНСЯ, но второй оборот перемещает перекрестие на 0.255 ДНСЯ на клик. По этой причине мы отстреливаем 4 группы, каждая отстоит от предыдущей на 10 MOA, чтобы можно было увидеть, постоянны ли регулировки прицела во всем диапазоне или нет. Выполнение этого теста хотя бы один раз требуется для калибровки выверок вашего прицела, но хорошей идеей будет перепроверка их время от времени, чтобы убедиться в том, что выверки воспроизводимы во всем диапазоне поправок прицела. Постарайтесь точно измерить реальную дальность, на которой вы проводите *тест с высокой мишенью.* Не стоит думать, что у вас действительно 100 ярдов просто потому, что так говорит указатель, и что вы всегда считали, что там была эта дальность - измерьте ее!

Что еще вы можете узнать из *теста с высокой мишенью,* это то, насколько ваши прицельные приспособления *выставлены по уровню.* Гарантирование того, что ваши прицельные приспособления выставлены по уровню, это очень важная часть управления вашими прицельными приспособлениями и попадания в мишени на большие дальности.

Наклон (завал)

Наклон или завал – это когда перекрестие прицела не смотрит точно вертикально вверх и вниз. Он вызывает проблему при стрельбе на большие дальности, потому что когда вы регулируете свой оптический прицел для учета большого понижения пули, вы ненамеренно вносите горизонтальную ошибку в положение прицельных приспособлений, в которых присутствует завал.

Для визуализации эффекта наклона, представьте винтовку, перекрестие которой выставлены так, что линия прицеливания абсолютно параллельна каналу ствола. Теперь отрегулируйте линию прицеливания (отрегулировав оптический прицел) так, чтобы пуля попадала в точку прицеливания на 1000 ярдах. Для этого необходимо большое количество вертикальной поправки, скажем, 300″ для этого примера. Теперь повернем винтовку на бок и выстрелим по цели, расположенной на расстоянии 1000 ярдов. Куда, как вы думаете, попадет пуля? Повернув винтовку на сторону, вы изменили *вертикальную* поправку, требуемую для учета понижения пули, на *горизонтальную* поправку. Более того, оптический прицел теперь не имеет вертикальной поправки, учитывающей понижение, в этой ориентации. Так пуля попадет примерно на 300″ ниже и на 300″ в сторону (в ту сторону, в которую повернута винтовка). Это экстремальный пример, но он иллюстрирует эффект завала винтовки. Необходима большая величина вертикальной поправки, чтобы пристреляться по мишени на большой дальности. Если винтовка хоть как-то наклонена, то какая-то часть вертикальной поправки *перетекает в* горизонтальную плоскость, и вычитается из вертикальной плоскости. Например, если нужно 300″ регулировки прицела чтобы пристреляться на 1000 ярдов, и ваш прицел завален на 1 градус, вы попадете на 5″ в сторону от вашей точки прицеливания. Небольшие величины завала не так влияют на вертикаль попадания, чем на горизонталь. Величина горизонтальной ошибки от завала будет возрастать с увеличением дальности, потому что требуется большая величина вертикальной поправки.

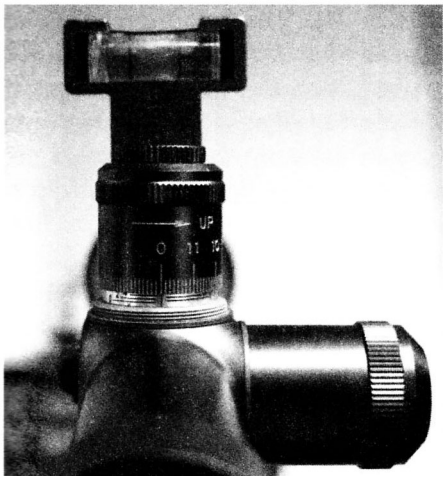


Рисунок 9.3. Вид барабанчика вертикальной выверки прицела и уровня.

С этого места в большинстве книг по данной теме началась бы кампания с картинками, иллюстрирующими геометрию траектории, запускаемой с наклоненной платформы, и приводятся формулы для расчета точной величины ошибки, обусловленной определенной величиной наклона. Я не буду делать этого. Не из-за лени, а потому, что эта книга посвящена попаданиям в мишени на больших дальностях, а не является книгой по математике. *Чтобы попадать в мишени на больших дальностях, все, что вам нужно знать о завале – это как устранить его!* Для этого вам нужен только уровень прицела. Уровни прицела делаются так, чтобы их можно было закреплять на оптических прицелах, базах под оптику, передних диоптрических прицелах, или в других местах винтовки, которые видны из положения стрельбы. Этот уровень должен устанавливаться с помощью какой-нибудь справочной линии, предпочтительно, линии отвеса. Перекрестие прицела удерживается зафиксированным относительно справочной линии во время установки уровня так, чтобы он показывал горизонталь, когда вертикальная нить перекрестия выровнена с линией отвеса. *Тест с высокой мишенью,* показанный выше для калибровки поправок прицела, может также быть использован для подтверждения того, что прицел отбивает поправки строго вверх. Выставка перекрестия по уровню с помощью линии отвеса, как описано здесь, будет работать в том случае, если перекрестие действительно двигается строго вверх. Другими словами, если вертикальная линия перекрестия установлена под небольшим углом к механизму, двигающему перекрестие, то возникнет проблема с трекингом. *Тест с высокой мишенью* выявит проблему с трекингом (отслеживанием вертикали). В общем, проблемы с трекингом вроде этих случаются нечасто, но это стоит проверить, когда будете калибровать выверки прицела.

На самом деле, не критично, чтобы оптический прицел был закреплен по уровню на винтовке. Оптический прицел и прицельный уровень будут работать синхронно, но если они будут стоять на винтовке развернутыми на небольшой угол, это нормально. Некоторые стрелки из винтовок устанавливают свои прицельные приспособления под некоторым углом

наклона намеренно, чтобы из винтовки было более удобно стрелять. Если прицельные приспособления выставлены по уровню, не имеет значение, насколько наклонена винтовка.

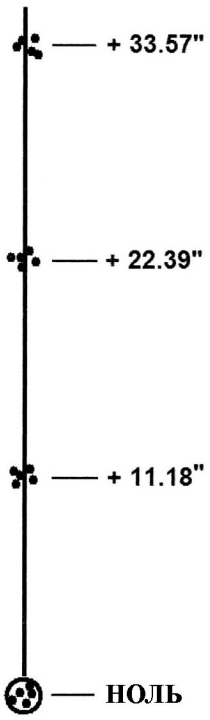
Общая философия работы с прицельными приспособлениями: ***НИЧЕГО НЕ ПРИНИМАЙТЕ НА ВЕРУ!*** *Не принимайте на веру то, что перекрестие двигается точно так, как заявляется в рекламе. Не принимайте на веру то, что перекрестие действительно выставлено по уровню, и точно отслеживает вертикаль. Не принимайте на веру то, что дальность, на которую вы стреляете во время теста на калибровку, в точности равна 100 ярдам без измерения этого расстояния. Вывод – когда имеете дело с абсолютными фундаментальными вещами, измеряйте их, и убирайте все предположения. Если вы не измеряете все непосредственно калибрами, рулетками, дальномерами, уровнями и отвесами, вы не будете знать наверняка, что ваши прицельные приспособления правильно откалиброваны. Никогда не рассчитывайте* на то, что что-то является таким, какое есть, без измерения этого. Это ключевой момент, гарантирующий, что мост между вашей прогнозируемой траекторией пули и вашей намеченной точкой попадания прочный и надежный. Отказ от дотошности в работе с прицелами является огромной причиной промахов по мишеням, расположенным на больших дальностях. ***Не принимайте все что касается прицельных приспособлений на веру!***

Есть и еще одна проблема, касающаяся прицелов для больших дальностей, которую я хотел бы обсудить перед тем, как обсуждать темы, касающиеся механических/диоптрических прицельных приспособлений. Доступный диапазон вертикальной поправки является важной вещью, которую нужно учитывать в прицеле при стрельбе на большую дальность. Для новичков бывает обычным просчетом появиться на линии огня на 1000 ярдов впервые и начать крутить барабанчики своего прицела в попытках пристреляться, только чтобы обнаружить, что оптический прицел не имеет достаточного диапазона поправки. Другими словами, оптический прицел регулируется до самого верхнего конца диапазона поправок, а пули все еще падают ниже. Есть несколько способов исправления этой проблемы. Наиболее часто используемый – это наклонная база для установки оптики. Наклонная база для оптики может быть как цельной, так и состоящей из двух частей (наклонные базы из 2 частей обычно поставляются комплектными парами). Для невооруженного глаза они выглядят как нормальные базы, но на самом деле они имеют форму *рампы,* то есть, задняя часть базы выше чем передняя. 20 MOA – типичный угол наклона такой базы. Это позволяет пристрелять прицел на 100 ярдов около низа диапазона выверки, при этом увеличивается величина доступной вертикальной поправки. К примеру, если у вас есть оптический прицел с 50 MOA полной вертикальной поправки, и вы закрепляете его на стандартной базе, ваш ноль на 100 ярдах будет, скорее всего, примерно на ½ диапазоне выверки прицела по вертикали. И у вас останется всего 25 MOA в каждой направлении, вверх и вниз. Большую часть из этих 25 MOA вниз вы никогда не будете использовать, остается только 25 MOA вверх для дальних выстрелов. Если вам нужно 30 MOA, то у вас их не будет. Тем не менее, если вы установите этот оптический прицел на базу с наклоном 20 MOA (т.е., с наклоном вперед, эквивалентным 20 MOA поправки в прицеле), ваш ноль на 100 ярдов будет примерно в 5 MOA от низа диапазона регулировки прицела, что даст вам примерно 45 MOA доступной регулировки прицела. 45 MOA позволит вам дойти от 100 ярдового нуля до 1000 ярдов или далее на большинстве обычных патронов.

Другой способ достижения этого эффекта – это эксцентриковые вкладыши в кольца крепления оптики. Burris производит нейлоновые вкладыши, располагаемые между трубой прицела и кольцами, и они проградуированы в различных толщинах. Эти вкладыши не наводят изгибающего момента на прицел, потому что они устанавливаются в кольцах как в шаровых шарнирах. Установив толстый вкладыш в нижнюю половинку заднего кольца, а тонкий вкладыш в переднее кольцо, вы сможете получить тот же эффект, что и с наклонной базой.

Если вы закрепите прицел под слишком большим углом, вы можете не суметь пристреляться на короткую дальность. Некоторые стрелки делают это намеренно на винтовках для стрельбы на очень большие дальности, чтобы гарантировать адекватные регулировки для стрельбы на большие дальности, на которые предназначены эти винтовки.

Дешевый способ достижения эффекта наклонной базы состоит в том, чтобы просто подложить прокладку под нормальную заднюю базу – полоски алюминия или пленки. Но делать это не рекомендуется, потому что так кольца прицела становятся несоосными, что наводит напряжения на трубу прицела.



Первые 40 кликов	11.18”
Вторые 40 кликов	11.21”
Третьи 40 кликов	11.18”
В среднем:	11.19”
ДНСЯ на клик:	0.280”

Рисунок 9.4. Тест с высокой мишенью.

Даже если у вас достаточно диапазона регулировок без наклонной базы или вкладышей в кольца, вы все равно можете получить пользу от них. Скажем, ваш оптический прицел имеет 70 МОА полной вертикальной выверки, и вы пристрелялись на 100 ярдов точно по середине диапазона, поднявшись на 35 МОА вверх. У вас есть дополнительные 35 МОА хода вверх, и вам нужно 32 МОА, чтобы обнулиться на 1000 ярдов. Несмотря на то, что технически вы будете иметь диапазон поправки в вашем прицеле, чтобы внести всю поправку на 1000 ярдов, вы будете находиться на самом краю доступного диапазона поправок. Это означает, что вы не будете смотреть через *оптический центр* прицела, что может ухудшить качество картинки прицеливания. Более того, прицел будет иметь, скорее всего, неравномерные клики около границы диапазона своих поправок. Таким образом, даже прицел с 70 МОА поправок по вертикали будет лучше работать с наклонной базой. Наклонные базы могут немного ухудшать качество картинки прицеливания на коротких дальностях, но вы будете находиться в лучшем положении на больших дальностях, где более важны детали.

Пример 9.1

В качестве примера, иллюстрирующего процесс калибровки ваших прицельных приспособлений, мы рассмотрим стрелка, настраивающего винтовку для тактической стрельбы. Он хорошо понимает траекторию своей пули, но только что установил новый оптический прицел и хочет научиться правильно управлять своим новым прицелом.

На Рисунке 9.4 показан результат проведенного этим стрелком *теста с высокой мишенью,* описанного выше. Наш стрелок подтвердил для себя, что дальность действительно равна 100 ярдов, и он отстрелял группы из 5 выстрелов начиная со своего 100-ярдового нуля, и поднимая точку прицеливания на 40 кликов после каждой группы, продолжая прицеливаться в первоначальную точку прицеливания. 40 кликов между каждой группой заставило реальную точку попадания смещаться в среднем на 11.19″. Это означает, что в среднем, 1 клик имеет цену 11.19″/40 = 0.280″ на 100 ярдов (ДНСЯ). Для полноты картины переведем это в МОА - 0.280/1.047 = 0.267 МОА на клик.

Обратите внимание на то, что все 3 интервала по 40 кликов показали почти одинаковую величину смещения точки попадания. Первый и последний интервалы оба были по 11.18″, а средний интервал был 11.21″. Это настолько близко, что не нуждается в нахождении отдельного калибровочного коэффициента для среднего интервала. Если бы тест был повторен, то значения для каждого интервала могли бы оказаться слегка другими, но в среднем они были бы все равно близки к 11.19″ на 40 кликов. Заметьте также, что группы сформировались прямо на отвесной линии над оригинальной точкой прицеливания, что означает, что стрелок правильно использовал уровень на прицеле и хорошо контролирует завал. Чем большая вертикальная поправка вносится для дальнейшей регулировки точки попадания

вверх на мишени, тем чувствительней расположение группы становится к *завалу винтовки.* Небольшая величина завала винтовки может остаться незамеченной на 100-ярдовом нуле. Тем не менее, если на прицеле накручена большая вертикальная поправка, любые мелкие величины завала растянут группу по горизонту. Другими словами, для выстрелов на большие дальности, требующие больших величин вертикальной поправки, намного большую важность приобретает уделение внимания прицельному уровню, чем при стрельбе по мишеням, расположенным на короткой дальности.

Теперь, когда коэффициент поправки для регулировок прицела известен, наш тактический стрелок может отправляться в поле с уверенностью, зная, что каждый клик его прицела будет смещать перекрестие точно на 0.280 Дюймов На Сотню Ярдов (ДНСЯ).

Столкнувшись с реальным жизненным сценарием стрельбы на 550 ярдов, когда стрелку нужно учесть 44″ понижения, правильная поправка прицела составит 44/(0.280*5.5)=29 кликов (7.25 MOA по барабанчику прицела), и он может уверенно накрутить ее и произвести выстрел. Без калибровки оптического прицела, если бы стрелок предположил, что каждый клик его прицела равен в точности ¼ MOA, как заявлялось в рекламе, он бы накрутил 7.75 MOA на барабанчике прицела, чтобы учесть понижение пули на 44 дюйма, что заставило бы его пулю попасть выше точки прицеливания на 2″ на 500 ярдах. Эта ошибка может быть серьезной, а может и нет. То есть вывод – эту ошибку, хотя и небольшую, можно избежать, если вы по-настоящему держите под контролем свои прицельные приспособления.

Диоптрические Прицельные Приспособления

Диоптрические прицельные приспособления используются в большинстве стрелковых дисциплин NRA, и почти никогда для охоты или тактических применений. Размер диоптра (апертуры) прицела может быть выбран в соответствии с прицельной черной окружностью мишени, и он дает очень точную картинку прицеливания в виде *кольца в кольце* по бумажным мишеням, но попытки сцентрировать коричневую косулю на коричневом поле на больших дальностях окажутся непростым делом с применением диоптрийных прицелов. Большая часть дискуссии об использовании диоптрийных прицелов сконцентрирована вокруг улучшения качества картинки прицеливания через различные комбинации линз, цветных светофильтров и т.д. В этом тексте не будем вдаваться в детали этого улучшения картинки прицеливания. Наоборот, я сфокусируюсь на контроле этих прицельных приспособлений путем выполнения точных регулировок, которые приводят к выстрелам по центру на всех дальностях.

Основы работы с диоптрийными прицельными приспособлениями точно такие же как и с оптическими прицелами; установка уровня во избежание завала, калибровка кликов для знания их точного значения, проверка достаточности диапазона регулировок, и *не принятие ничего на веру.* Существует несколько уникальных вещей, которые вы можете делать с диоптрийными прицелами, и которые не позволяют производить оптические.

Чтобы точно узнать, чего стоит клик регулировки оптического прицела, вам необходимо отстрелять группы и отрегулировать прицел описанным выше образом. Тем не менее, диоптрийные прицелы имеют открытые механизмы регулировки, и это означает, что вы можете измерить движение собственно каретки прицела и определить смещение точки прицеливания непосредственно, без необходимости стрелять из винтовки. Рассмотрим стандартный задний диоптрийный прицел, вроде изображенного на Рисунке 9.5. Шаг резьбы и величина угла поворота барабанчика на один клик определяют, насколько в действительности сдвинется диоптр на один клик. Движение диоптра, совместно с базой прицела, определяют, насколько в действительности сместится точка прицеливания на мишени. *Невозможно знать наверняка, насколько 1 клик сместит точку прицеливания, пока не будете знать базу прицела.* Задний диоптр обычно маркируется имеющим клики в ¼ или ½ MOA, но правда в том, что реальная величина клика зависит от того, как винтовка сконфигурирована. Чтобы узнать точное значение 1 клика для диоптрического прицела, вам нужно произвести немного

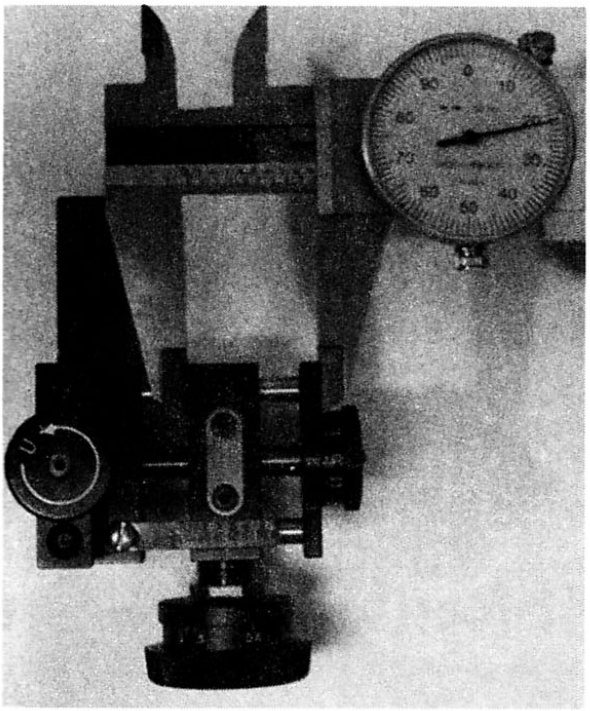
тригонометрических расчетов. Шучу, я свел всю математику в простое соотношение, показанную в Формуле 9.1.

$$1\,\hat{e}\ddot{e}\grave{e}\hat{e} = 171.89\frac{\ddot{I}\ \hat{i}\ \ddot{a}\hat{a}\grave{e}\ae\ \hat{e}\grave{a}\ \ddot{i}\ \eth\grave{e}\ddot{o}\mathring{a}\ddot{e}\grave{a}\ \varsigma\grave{a}\ 20\ \hat{e}\ddot{e}\grave{e}\hat{e}\hat{i}\ \hat{a}(\ddot{a}\dot{y}\ \acute{e}\grave{i}\ \hat{u})}{\ddot{I}\ \eth\grave{e}\ddot{o}\mathring{a}\ddot{e}\ddot{i}\ \grave{a}\ddot{y}\ \acute{a}\grave{a}\varsigma\grave{a}(\ddot{a}\dot{y}\ \acute{e}\grave{i}\ \hat{u})}\ \grave{I}\ \hat{I}\ \grave{A}$$

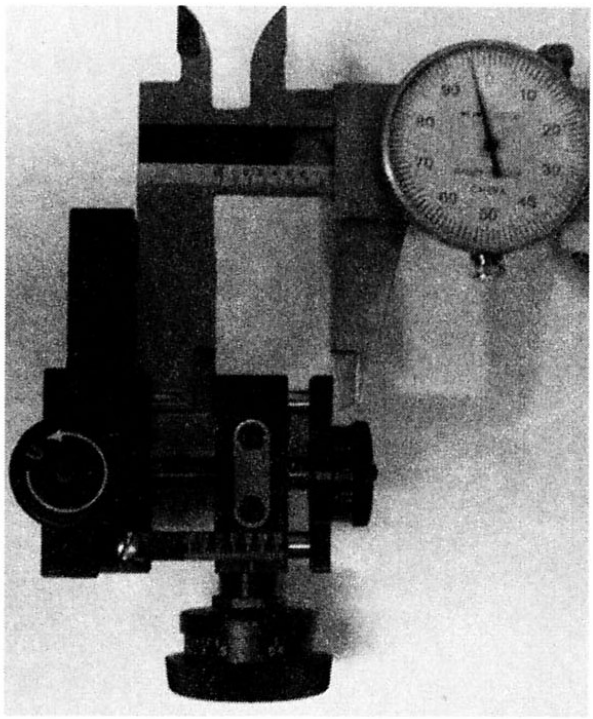
Формула 9.1

Вот легкий способ найти, чего стоит один клик вашего диоптрийного прицела. Все, что вам нужно, это ваша винтовка с установленными диоптрийными прицельными приспособлениями, штангенциркуль, рулетка и Формула 9.1.

1. Установив прицел на ноль, измерьте расстояние от каретки прицела (часть, которая движется) до наружной кромки или рамки прицела, как показано на Рисунке 9.5 (для различных моделей прицелов этот размер может быть любым, позволяющим вам определить величину подвижки каретки).
2. Накрутите на прицеле 20 кликов и измерьте это расстояние снова, как изображено на правой стороне Рисунка 9.5.
3. Вычтете одно значение из другого. Эта разница соответствует тому, насколько прицел действительно двигается за 20 кликов, в дюймах.



Горизонталь на нуле, начальная точка равна 0.921”



Через 20 кликов, размер 0.796”

Рисунок 9.5. 20 кликов передвигает прицел на 0.921″ - 0.796″ = 0.125″

4. С передним и задним прицелами установленными на винтовке, измерьте прицельную базу. Это расстояние от заднего диоптра («глазка») до переднего диоптра. Это можно измерить обычной рулеткой.
5. После того как измерите подвижку прицела за 20 кликов, и прицельную базу, используйте Формулу 9.1, чтобы найти, сколько MOA стоит каждый клик.

Пример 9.2

Рассмотрим задний прицел с Рисунка 9.5. Было заявлено, что этот конкретный прицел имеет клики по горизонтали с шагом ½ MOA для какой-то определенной прицельной базы. Я хотел узнать, какую цену будет иметь каждый клик на моей винтовке с прицельной базой 35″. Просто подставим измеренную подвижку прицела для 20 кликов и прицельную базу в Формулу 9.1 для определения того, сколько MOA каждый клик будет в действительности «стоить»:

$$1\,êëèê = 171.89\frac{Ï\ î äâèæ êà\ ï ðèöåëà\ çà\ 20\ êëèêîâ(äþéì\ û)}{Ï\ ðèöåëüíî àÿ\ áàçà(äþéì\ û)}Ì\ Î À$$

$$1\,êëèê = 171.89\frac{0.125"}{35"}Ì\ Î À$$

$$1êëèê = 0.614Ì\ Î À$$

То есть, 0.614 MOA на клик, а не заявленные ½ MOA на клик.

Если вы хотите узнать, сколько Дюймов На Сотню Ярдов (ДНСЯ) будет стоить каждый клик, просто умножьте это значение MOA на 1.047. В приведенном выше примере, это будет соответствовать 1 клик = 0.614*1.047 = 0.634 дюйма на сотню ярдов.

Этот пример был просчитан для маховичка горизонтальной поправки. Вы должны повторить эту процедуру для хода вертикальной поправки, чтобы знать величину каждого клика по вертикали.

Рисунок 9.6. Прицельная база измеряется между диоптрами.

Для стрелков по мишеням важно понимать цену этих регулировок прицела по нескольким причинам. Прежде всего, когда вы рассчитываете понижение на большой дальности, вам нужно знать, на сколько кликов *поднять вверх* прицел, чтобы ввести поправку на понижение на этой дальности. Просто полагаться на то, что значение каждого клика равно ¼ MOA – плохая политика, учитывая то, что реальная величина шага поправки зависит от прицельной базы конкретной винтовки, на которой установлен этот прицел. Этот эффект особенно важен для стрелков, использующих удлинительную трубку прицела, добавляющую 6″ - 10″ к прицельной базе. Используя процедуру, описанную выше, вы можете быстро и легко определить, какой должна быть ваша поправка по вертикали с удлинителем и без него.

Другая менее очевидная причина понимания реальной величины шага регулировки вашего прицела связана с горизонталью и командной стрельбой. В командных соревнованиях по стрельбе, судьи, читающие ветер, транслируют свои оценки ветра в точные поправки прицела для стрелка. Обычно, один тренер будет называть ветер для всех стрелков команды, каждый стрелок имеет свою особенную винтовку с уникальными прицелами и прицельной базой. Самая лучшая политика для серьезных командных соревнований – это стандартизация оборудования так, чтобы 1 клик имел один и тот же шаг для каждого стрелка, и тренер не занимался бы учетом мелких отличий в оборудовании одного стрелка от другого. Если не

стандартизовать оборудование, так стрелки и тренеры должны, как минимум, понимать их относительные различия в регулировках прицелов, чтобы не делать ошибки при работе с одним и другим стрелком. К примеру, если первый стрелок выходит на линию огня с установленными *обозначенными* 4 MOA поправки по горизонту вправо на своем прицеле, а второй стрелок выходит с прицелом другого типа и с другой прицельной базой, и судья может попросить его начать, накрутив 4 MOA. Что если прицел первого стрелка на самом деле имеют лишь 3.5 MOA поправки, а прицел второго стрелка в действительности сместился на 4.5 MOA, тогда как оба показывают поправку в 4 MOA? Такая ситуация может сильно усложнить жизнь для судьи и повредить общему результату команды.

Этот последний пример продемонстрирует то, как поступать полностью от получения результатов расчета баллистической программы и до точной регулировки диоптрийного прицела.

Пример 9.3

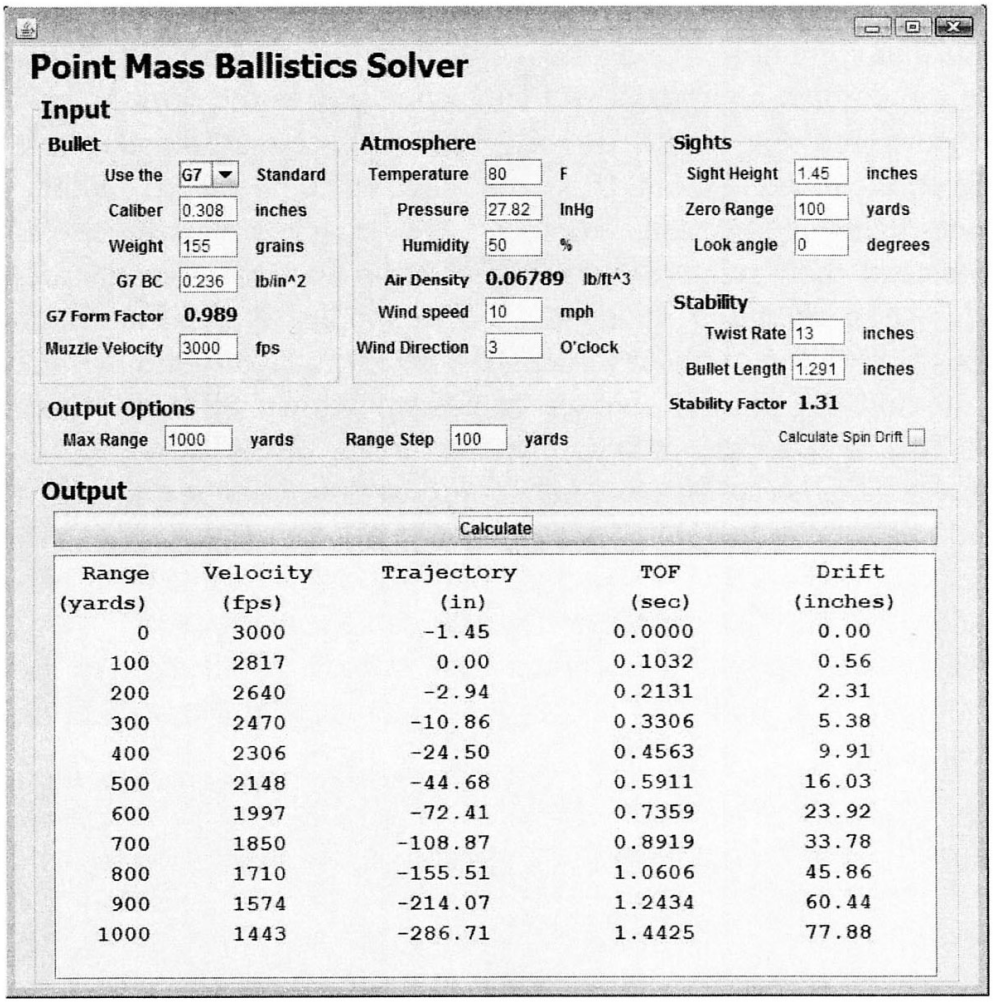


Рисунок 9.7 Результат расчета баллистической программы.

Скажем, вы только что приобрели новую винтовку Palma, вообще первую для себя. Вы разработали хороший заряд на местном 100-ярдовом стрельбище, и вскоре поедете на ваш первый матч Palma, на котором будете стрелять на дальности 800, 900 и 1000 ярдов. Как вам определить, какими должны быть установки возвышения для этих различных линий по дальности?

У вас **есть 100-ярдовый ноль** для вашей винтовки, и вы **измерили высоту прицела над стволом 1.45″** над осью канала ствола. Вы знаете, что **средняя дульная скорость для ваших пуль равна 3000 фт/с.** Вы выбрали для использования 155-грановые Lapua Scenar, и

из этой книги вы узнали, что **G7 БК для этой пули 0.236 фунт/дюйм^2.** Погода на этот матч по прогнозу должна быть **80 градусов,** солнечно в месте проведения матча, которое расположено на **высоте 2000 футов над уровнем моря.**

Используя Таблицу 8.1, вы можете найти, что стандартное давление для высоты 2000 футов равно **27.82 дюйма рт.ст.** Имея всю приведенную выше информацию, вы можете использовать прилагаемую баллистическую программу, чтобы найти, насколько пуля снизится от 100-ярдового нуля на 800, 900 и 1000 ярдах:

Округлив до ближайшего дюйма, понижения пули на 800, 900 и 1000 ярдах будут равны -156″, -214″ и -287″. Теперь вы знаете свою траекторию. Следующий шаг – научиться контролировать прицельные приспособления. Измерьте подвижку прицела и прицельную базу для определения того, сколько кликов вам потребуется для поправки на понижение пули на каждой из дальностей. Скажем, вы измерили ход вертикальной поправки вашего заднего прицела на 20 кликов, и нашли, что он равен 0.041″. Теперь вы измеряете прицельную базу – 35.5″. Применив Формулу 9.1, вы нашли, что каждый клик равен: 171.89*0.041″/35.5″ = **0.199 MOA.** Еде одна конверсия подскажет вам, что каждый клик равен 0.199*1.047= **0.208 Дюйма На Сотню Ярдов (дюйм/100 ярдов).** В Таблице 9.1 показано как завершить расчеты и найти поправки прицела, требуемые для 800, 900 и 1000 ярдов.

Если бы вы предположили, что каждый клик прицела был равен в точности ¼ MOA, в соответствии с маркировкой, вы бы вышли на матч думая, что ваши точки пристрелки на 800, 900 и 1000 ярдов должны равняться 18.5 MOA, 22.5 MOA и 27.25 MOA. Ваш первый выстрел на 800 ярдов попал бы на 40″ ниже в берму, выбросив бы фонтан грязи и пыли в мишенную яму, и человек, поднимающий вам мишени, не засчитал бы вам никаких очков на пристрелочной мишени, что, определенно, составило бы не самое лучшее первое впечатление о вас. Если бы вы осознали проблему сразу, вы смогли бы определить, как попасть в бумагу на 900 и 1000 ярдов своим первым выстрелом. То есть вывод – вы были бы не в лучшем состоянии, если бы предположили, что регулировки вашего прицела равны в точности ¼ MOA на клик. *Ничего не принимайте на веру – измеряйте сами!*

Дальность	**Определяем цену клика на дальности**	**Понижение пули**	**Требуемое кол-во кликов**	**Отсчет по прицелу**
800 ярдов	0.208*8=1.664 дюйма на клик	156″	156/1.664 = 94	94/4=23.5 MOA
900 ярдов	0.208*9=1.872 дюйма на клик	214″	214/1.872 = 114	114/4=28.5 MOA
1000 ярдов	0.208*10=2.080 дюймов на клик	287″	287/2.080 = 138	138/4=34.5 MOA

Таблица 9.1. Определение установок прицела для курса Palma.

Ситуации вроде этой заставляют многих людей отказываться от баллистических программ, и надеяться на коллективный опыт других стрелков. Не поймите меня неправильно, нет ничего плохого в том, чтобы учиться у других, но не думайте, что вам нужно что-то вроде черной магии вуду или совиных перьев, которыми пользовались на протяжении поколений для того, чтобы стрелять на большие дальности. Фундаментальные основы, требуемые для попадания на больших дальностях – это хорошо понимаемые и давно выведенные законы науки, которыми может вооружиться любой стрелок и применять их себе на пользу.

Заключение

Необходимое дополнительное оборудование, требуемое для прицельных приспособлений, предназначенных для стрельбы на большие дальности – это прицельный уровень (для исключения завала) и наклонная база для оптического прицела (чтобы гарантировать адекватный диапазон вертикальной поправки). Необходимая философия освоения прицельными

приспособлениями – это измерять все так, чтобы вы знали, на сколько в действительности ваши прицельные приспособления подвигают линию прицеливания за один клик, и не рассчитывать на то, что они двигают ее как заявлено в рекламе.

Глава 10: Стабильность Пули

Стабильность пули – это очень интересная и загадочная для многих стрелков на большие дальности тема. Термин *стабильность* довольно широко применяется, в основном, в качестве общего объяснения некоторых наблюдаемых вариантов поведения, которые просто невозможно объяснить другими терминами. Эта глава будет написана местами тоном *разрушителей легенд,* потому что в отношении стабильности, ее причин и эффектов существует множество ложных мнений.

История стабилизируемых вращением снарядов очень интересна. Если бы эта книга была более обширной по тематике, мы бы обсудили исторические факты о том, как улучшенная кучность и баллистические характеристики снарядов, стабилизируемых вращением, совершили революцию в стратегии и тактике конфликтов прошлых лет, особенно Гражданской войны в США. Хотя все это интересно, но это не историческая книга, и мы сфокусируемся на техническом понимании стабильности.

Прежде всего, неплохо дать определение стабильности. *Стабильность – это способность снаряда сохранять ориентацию носиком вперед в процессе полета, и возвращать эту ориентацию после возникновения возмущения.* Вот два основных способа достижения стабильности снарядов: с помощью оперения и вращением.

Стабилизация оперением – это то, как снаряды вроде дротиков, стрел и ракет способны сохранять ориентацию носиком вперед в полете. Стабилизация оперением работает, заставляя центр аэродинамического давления располагаться позади центра масс снаряда (посредством оперения), делая снаряд, таким образом, *статически стабильным.* В этой конфигурации, если ориентация снаряда подвергается внешним воздействиям, аэродинамический момент сразу же прилагается к центру давления (около оперения), и возвращает снаряд к ориентации носиком вперед, почти так же, как работает *флюгер.* Стабилизацию оперением проще представить и понять, чем стабилизацию вращением, потому что это намного проще и более знакомо. Я рассказал о стабилизации оперением только в качестве прелюдии к обсуждению стабилизации вращением, на котором будет сфокусирована оставшаяся часть главы.

Так как пули не имеют оперения, их центр давления расположен впереди их центра тяжести. Это определение *статически нестабильной* конфигурации. *Для того, чтобы сохранить направление полета носиком вперед статически нестабильной пуле требуется придать адекватное вращение для осуществления гироскопической стабильности.*

На самом деле, в стабилизации вращением присутствует два компонента - гироскопическая стабильность и динамическая стабильность. Первой рассмотрим гироскопическую стабильность.

Гироскопически Стабилизированные Снаряды

Большую часть обсуждения стабильности пули ограничим гироскопической разновидностью стабильности. Она непосредственно зависит от шага нарезов нашего ствола, скорости пули и плотности воздуха, в который запускается пуля. Гироскопическая стабильность абсолютно необходима для того, чтобы пуля летела носиком вперед. Гироскопическая стабильность работает следующим образом. Вращающаяся масса пули генерирует гироскопический эффект, делающий ось пули жесткой, способной сопротивляться опрокидывающему моменту. Эффект *жесткой оси* – это то, что позволяет вращающемуся верху сохранять сверху, а гироскопу сохранять свою ориентацию. Если бы пуля запускалась без наведения вращения, аэродинамическая сила, приложенная к ее центру давления (в носовой части), создавала бы опрокидывающий момент, который бы опрокинул пулю, и она начала бы кувыркать-

ся из-за отсутствия *гироскопической стабильности.* Если пуля вращается достаточно быстро, ее ось будет достаточно жесткой для сопротивления аэродинамическому моменту, действующему на ее носик, который пытается заставить ее начать кувыркаться. Если вращение достаточно быстрое, говорят, что пуля адекватно гироскопически стабилизирована. Если вращение не достаточно быстрое, пуля потеряет свою ориентацию и начнет кувыркаться. Фактор гироскопической стабильности (Sg) – это мера гироскопической стабильности, возникающей у пули в результате вращения. Вы можете считать, что Sg – это отношение:

$$Sg = \frac{Æåñò êî ñò ü âðàù àþ ù åé ñÿ ì àññû}{Î ï ðî êèäû âàþ ù èé àýðî äèí àì è÷åñêèé ì î ì åí ò}$$

Если *Жесткость вращающейся массы* превышает *Опрокидывающий аэродинамический момент,* тогда Sg будет больше 1.0, и пуля будет гироскопически стабильной. Тем не менее, если *Опрокидывающий аэродинамический момент* сильнее *Жесткости вращающейся массы,* тогда Sg будет меньше 1.0, и пуля не будет стабильной.

Термины, которые я использую в этой главе, выбраны для обсуждения базового понимания стабильности, и поэтому не могут быть на 100% точными или корректными в любом техническом обсуждении аэродинамических понятий. Существуют и другие тексты, углубляющиеся в физику и содержащие полные математические описания для тех, кому это интересно. Использованные источники приведены в конце книги, а правило твистов Миллера представлено в Приложении – для тех, кто хочет более глубоко исследовать методику численного расчета стабильности. Я здесь хочу объяснить идею стабильности простым земным языком. Я думаю, что причина в недопонимании стабильности пули лежит в том, что она редко объясняется простым земным языком, а только в сложных математических формулах, что заставляет не математиков чесать затылки и выводить собственные теории.

Но вернемся к фактору гироскопической стабильности, Sg… Основные факторы, влияющие на *жесткость вращающейся массы*, следующие:

1. Форма пули. Более короткая и толстая пуля будет более *жесткой* при заданной скорости вращения.
2. Скорость вращения. Независимо от формы, чем быстрее вращение, тем более жесткой будет ось пули. Начальная скорость вращения пули – это произведение шага нарезов ствола на дульную скорость.

Основные факторы, влияющие на *Опрокидывающий аэродинамический момент,* следующие:

1. Форма пули, в частности, оживало (носик). Тупое оживало соответствует тому, что центр давления (ЦД) будет сдвигаться ближе к носику, а длинное заостренное оживало отодвигает его назад. Чем дальше вперед смещен ЦД, тем более статически нестабильной будет пуля, и тем большим будет опрокидывающий момент.
2. Скорость. Чем быстрее пуля летит, тем большей будет *аэродинамическая сила* и соответствующий *момент*, приложенный к центру тяжести.
3. Плотность воздуха. Чем большей будет плотность воздуха, через который летит пуля, тем более сильным будет *аэродинамический опрокидывающий момент,* потому что как и в случае скорости пули, более плотный воздух обеспечивает большее сопротивление прохождению пули, чем менее плотный воздух.

Заметьте, что *скорость* – это фактор, влияющий как на *Жесткость вращающейся массы,* так и на *опрокидывающий аэродинамический момент.* И сейчас мы разрушим первый миф о стабильности пуль. Обычно считается, что вы можете *существенно* увеличить стабильность пули, увеличив ее дульную скорость, потому что более высокая дульная скорость означает более высокие обороты в минуту для данного ствола. На самом деле, пуля будет вращаться быстрее, запущенная с более высокими скоростями, и будет иметь более жесткую

ось, *но это лишь половина истории.* В этом случае, скорость – обоюдоострый меч. **Скорость также увеличивает *силу, прилагаемую* к носику пули в ЦД, и усиливает *опрокидывающий аэродинамический момент,* который делает пулю *менее* стабильной.** Как оказывается, эффект, который оказывает увеличенная скорость на *жесткость вращающейся массы,* лишь слегка превосходит эффект усиления *опрокидывающего аэродинамического момента,* поэтому в результате происходит *легкое* увеличение стабильности от увеличения скорости, но совсем не такое, как принято полагать – в соотношении 1:1. К примеру, увеличение дульной скорости типичной 155-грановой пули .30 калибра на 10% от 3000 фт/с до 3300 фт/с, увеличивает обороты пули на 10%, но Sg увеличивается всего на 3%. Поэтому правда в том, что скорость влияет на стабильность, но из-за факторов противоположного действия, результирующий эффект оказывается достаточно слабым.

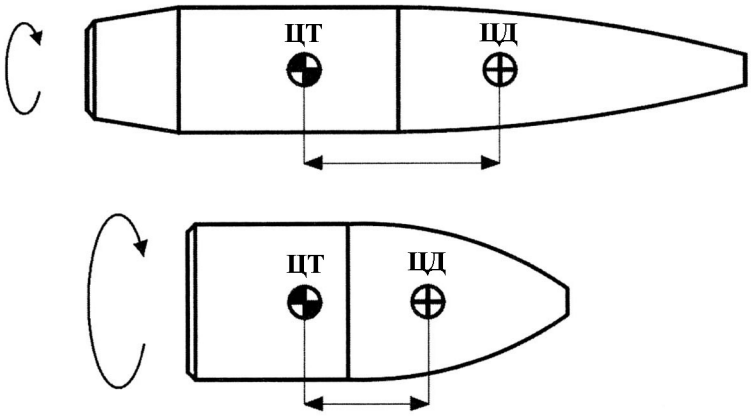


Рисунок 10.1. Длинную заостренную пулю труднее стабилизировать по двум причинам. Во-первых, из-за большего расстояния между ее центром тяжести (ЦТ) и центром давления (ЦД). Это делает пулю более *подвыпившей.* Во-вторых, длинная заостренная пуля имеет *менее жесткую ось* при данной скорости вращения в сравнении с более короткой толстой пулей.

Скорость также играет свою роль когда пуля летит к мишени. Пуля летит к мишени, *ее поступательная скорость уменьшается намного быстрее, чем затухает скорость вращения.* Это означает, что *аэродинамический опрокидывающий* момент уменьшается быстрее, чем *жесткость вращающейся массы,* поэтому гироскопическая стабильность пули, на самом деле, увеличивается по мере ее полета. На дальней траектории пуля, запущенная с Sg 1.5 на дульном срезе, может иметь рост Sg с 4.0 до 5.0 или более ко времени, когда она достигнет мишени. Другими словами, именно на дульном срезе Sg пули минимален, и он растет по мере того, как пуля летит к мишени.

Прилагаемая баллистическая программа позволяет рассчитывать Sg (на дульном срезе) для пули исходя из ее калибра, веса, длины, шага нарезов ствола, дульной скорости и атмосферных кондиций. Программа генерирует свой прогноз из формулы твиста Миллера.

Типично разумным вариантом будет нацеливаться на Sg величиной как минимум 1.4 при выборе твиста ствола для конкретной пули. Технически говоря, Sg просто должно быть больше 1.0, так зачем нацеливаться на более высокое значение? На это есть пара причин. Более важная состоит в том, чтобы иметь эти 0.4 в Sg для безопасности. Если вы нацелитесь на Sg 1.0, и возникнут кондиции, которые заставят его упасть до 0.99, у вас возникнет проблема. Это вроде как спроектировать мост так, чтобы он выдерживал только максимальный проектный вес, но разрушился сразу же, как только его нагрузят одним лишним фунтом. Запас прочности в 0.4 в Sg сделан для учета нестандартных атмосферных кондиций, неидеально сбалансированных пуль, и ошибок в прогнозировании самого значения Sg. Формула Миллера, использованная для предсказания Sg, точна, но она не может иметь 100% точность для всех возможных пуль. Возможна ошибка в +/- 10% или более в предсказании Sg. В этом пла-

не данная формула для Sg и формула для деривации из Главы 6 имеют много общего. Они обе позволяют просто обсчитывать вещи, слишком сложные для непосредственного расчета, и поэтому они обе имеют неизбежные ошибки. В этом они отличаются от формул движения в алгоритме баллистической программы, которые намного более точны, и *могут* точно рассчитывать траектории в случае введения точных исходных данных.

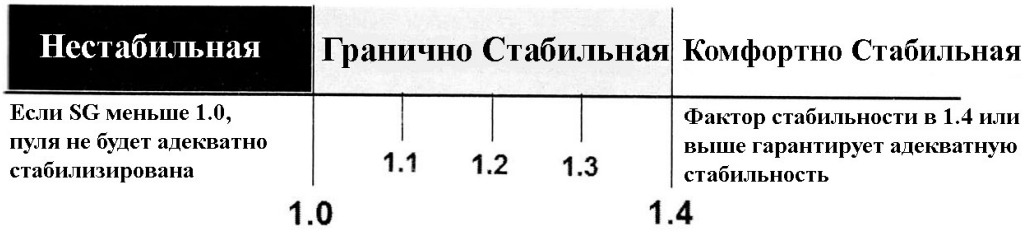


Рисунок 10.2. Рекомендуется оставаться выше *серой области* стабильности, то есть, держаться Sg выше 1.4.

Величина безопасного запаса в 0.4, рекомендуемая для Sg, не высечена в камне. Величина этого безопасного запаса рекомендуется в пределах от 0.3 до 0.5. Военные используют запас от 0.5 до 1.0 из-за экстремальных возможных условий стрельбы и возникающих ситуаций на поле боя, в которых может работать оружие. Более того, военные проектируют свою оружие так, чтобы оно работало с широкой номенклатурой боеприпасов.

Стрелки из прецизионного БР оружия, которые аккуратны и точны, и стреляют высококачественными компонентами, могут использовать чуть меньший запас безопасности, например, 0.3. Я рекомендую Sg в 1.4 для обычного применения, но это только рекомендация. На Рисунке 10.2 показана *серая область* гироскопической стабильности. Иногда вы можете получить приемлемые результаты даже когда прогнозируемая гироскопическая стабильность будет в серой области, но рекомендуется оставаться выше этой области.

Также поймите, что никакой твердой линии между тем, когда пуля будет полностью стабильной, и когда полностью неконтролируемой. Но существует довольно большая серая область, где пуля имеет пограничную стабильность, где-то для Sg от 1.0 до 1.1. Рассмотрим пулю, запущенную с пограничной стабильностью (меньше чем с рекомендованным твистом). Эта пуля будет лететь с некоторым движением тангажа и рыскания до тех пор, пока Sg не вырастет немного (из-за потери скорости), восстановив движение носиком вперед. Этот феномен часто описывается как пуля *засыпает* (если твист *слишком* медленный, пуля будет просто кувыркаться вместо того, чтобы начать засыпать).

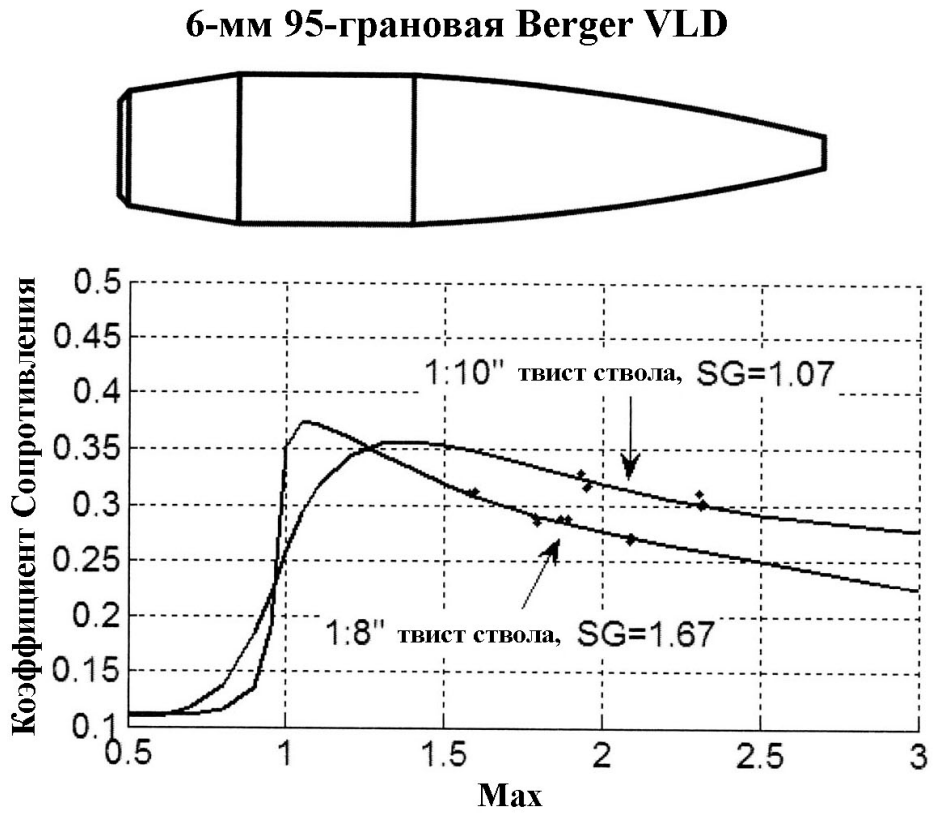
Теперь мне нужно прояснить то, как динамика запуска и стабильность связаны с характеристиками пули. Все пули запускаются с некоторым движением тангажа/рыскания, хотя и небольшим. Если пуля имеет адекватную стабильность (как бывает в большинстве случаев), оно быстро гасит эти мелкие возмущения и начинает лететь носиком вперед *без практических последствий для летных характеристик пули (БК).* Я заострил на этом внимание потому, что многие стрелки верят, будто пуля, выпущенная из разных винтовок, будет засыпать по-разному, и это одна из причин того, почему пули (предположительно), летают поразному из разных винтовок. Я же говорю, что *если пуля имеет адекватную стабильность (Sg равен или превышает 1.4), тогда то, каким образом пуля будет засыпать, не оказывает никакого влияния на ее летные характеристики (БК).*

Ниже показан случай исследования измеренного сопротивления воздуха для демонстрации эффекта пограничной гироскопической стабильности на сопротивление воздуха и БК.

6-мм 95-грановая Berger VLD была протестирована два раза из двух различных стволов. Первый тест был проведен из ствола с твистом 1:10″. Тестовые кондиции, повлиявшие на стабильность, показаны на Рисунке 10.3. Для ствола с твистом 1:10″ прогнозное значение Sg составило 1.07 для кондиций этого теста, что меньше рекомендуемого. На Рисунке 10.3 показаны измеренные значения G1 и G7 БК для этой пули, выстреливаемой из стволов с

обоими твистами 1:10″ и 1:8″. Заметьте, что значение измеренного БК выше для ствола с более быстрым твистом. Причина, по которой пуля имеет большее сопротивления для ствола с твистом 1:10″, состоит в *пограничной гироскопической стабильности*, обусловленной стволом с твистом 1:10″. Пуля не настолько нестабильна, чтобы начать кувыркаться; вместо этого она летит с небольшим движением тангажа и рыскания, которое увеличивает сопротивление и уменьшает *эффективный* БК.

Когда пуля выстреливается с недостаточной стабилизацией, измеренное сопротивление воздуха, в действительности, больше соответствует кривой сопротивления G1, чем кривой G7. Причина состоит в том, что пуля стартует с намного большим сопротивлением на высокой скорости, что обусловлено избыточным тангажом и рысканием. Когда пуля летит к мишени, она становится более стабильной, и замедляет свои колебания – т.е., когда пуля *засыпает* – сопротивление падает до более нормальных уровней, так как пуля летит носиком вперед.



	6-мм 95-грановая Berger VLD	
	1:10 твист	**1:8 твист**
Дульная Скорость	2815 фт/с	2850 фт/с
Температура Воздуха	52.7°F	52.7°F
Давление Воздуха	29.53дюйм.рт.ст	29.77дюйм.рт.ст
Влажность	69.5%	42.1%
Гироскоп. Стабильность	1.07	1.67
G1 БК	0.416 lb/in^2	0.486 lb/in^2
G7 БК	0.218 lb/in^2	0.249 lb/in^2

Рисунок 10.3. Выстреливаемой из ствола с твистом 1:10″, пуле не хватает адекватной стабильности, и она испытывает более высокое сопротивление от движения тангажа и рыскания. При отстреле этой пули из ствола с твистом 1:8″, пуля летит носиком вперед, и испытывает намного меньшее сопротивление воздуха.

Так как пуля адекватно стабилизирована из ствола с более быстрым твистом 1:8″, сопротивление окажется минимальным, потому что пуля будет лететь в точности носиком вперед. Кривая ее сопротивления, то есть БК, теперь соответствует нормальной функции G7, как и ожидалось.

Berger рекомендует твист 1:9″ для этой пули, что будет соответствовать Sg в 1.32 в стандартных атмосферных условиях. Но не сделайте ложных выводов из Рисунка 10.3 о том, что твист 1:9″ приведет к кривой сопротивления, которая расположится посередине между кривыми для твистов 1:8″ и 1:10″. На самом деле, рекомендуемый твист 1:9″ обеспечит адекватную стабильность, и покажет ту же кривую минимального сопротивления, какая наблюдается для ствола с твистом 1:8″. Только когда гироскопическая стабильность упадет ниже минимально требуемой величины, кривая сопротивления начнет подниматься. Другими словами, если пуля *адекватно стабилизириована,* вы не сможете заставить лететь ее с меньшим сопротивлением, сделав *более стабильной.*

6-мм 95-грановая VLD использовалась в этом примере потому, что требования к ее стабилизации были источником разногласий между некоторыми стрелками, живущими на различных высотах над уровнем моря. Так как на стабилизацию оказывает влияние плотность воздуха, и плотность воздуха зависит от (среди прочих вещей), от высоты над уровнем моря, не удивительно, что стрелки, живущие и стреляющие на различных высотах, наблюдают различные характеристики стабильности для данной пули. Эта 95-грановая пуля VLD пограничко стабильна при отстреле из ствола с твистом 1:10″ около уровня моря, но на высоте 5 000 футов над уровнем моря плотность воздуха почти на 20% меньше. В результате, любая пуля будет на 20% стабильней, чем на высоте уровня моря. Легко понять, какие могут возникнуть аргументы о требованиях к стабилизации пули, если влияние высоты над уровнем моря и плотности воздуха не до конца поняты стрелком.

Довольно трудно заставить недостабилизированную пулю стрелять хорошие группы, и как уже было отмечено, она также будет страдать от большего понижения и ветрового сноса, чем должным образом стабилизированная. *Важно понять, что проблема пограничной гироскопической стабильности может и должна быть исключена.* Существуют некоторые пули, очень длинные и тяжелые для своего калибра, требующие очень быстрых нарезов для того, чтобы быть правильно стабилизированными. Тем не менее, если вы остановитесь на рекомендуемом производителем пули твисте, пуля будет адекватно стабилизированной, покидать ствол с почти нулевым движением тангажа и рыскания, и будет *засыпать* быстро без каких-либо последствий для баллистических качеств. Возрастание сопротивления, от которого страдает эта 6-мм 95-грановая VLD, вылетающая из ствола с твистом 1:10″, это пример чего-то плохого, что может случиться, если вы не будете следовать рекомендациям по требуемому твисту, которые предоставляет производитель пуль.

Легко понять, как установилось мнение, что: *пули летают по-разному из разных винтовок*. Если два стрелка стреляли этой пулей рядом друг с другом, один из ствола с твистом 1:10″, а другой с твистом 1:8″, они, определенно, наблюдали различные величины понижения и ветрового сноса на больших дальностях. И они вполне могли экстраполировать свое наблюдение и сделать вывод о том, что все пули летают по-разному из разных винтовок. На самом деле, пули летают по-разному лишь из винтовок, которые не могут адекватно стабилизировать их изначально. Если пуля правильно стабилизирована, она будет лететь по одинаковой и предсказуемой траектории.

Другим мнением о том, как стабилизация влияет на полет пули, является идея о *перестабилизации.* Теория гласит:

«Пуля, которая вращается излишне быстро, не будет следовать за траекторией полета. В результате, когда пуля падает по ниспадающей ветви траектории, она будет сохранять ориентацию носиком вверх, при этом подставляя большую площадь набегающему

воздушному потоку, и вызывая избыточное сопротивление, чем уменьшая эффективный БК».

Хотя в этом утверждении есть некоторая правда, увеличение сопротивления обычно считается намного большим, чем происходит на самом деле. Правда в том, что более высокие уровни стабильности производят более жесткие оси вращения, которые стараются сопротивляться изгибу, возникающему, когда пуля старается следовать искривленной траектории. Тем не менее, даже пули с очень высокими факторами стабильности будут следовать (иногда говорят, *отслеживать)* траектории очень хорошо, просто угол будет воспроизводиться с чуть большей отсрочкой, чем у медленнее вращающейся пули. Исключением из этого заявления являются очень большие углы стрельбы, близкие к 90 градусам, где пуля должна будет повернуть свою ось резко на вершине траектории. *Ошибка в отслеживании* характерна для артиллерийских снарядов, выстреливаемых под очень высокими углами, потому что когда снаряд прекращает отслеживать траекторию, он не попадает в землю носиком вперед, что необходимо для активации запала и детонации заряда. Имейте в виду, что даже для таких высоких углов стрельбы, ошибка в следовании траектории все равно является редкостью. Для малых углов даже самых дальних траекторий пуль стрелкового оружия, оси пули довольно просто отслеживать траекторию. Чтобы проиллюстрировать разницу в сопротивлении между пулей с умеренной стабильностью и пулей с очень высокой стабильностью, требуется симуляция с использованием программы 6 Степеней Свободы (6DOF). Но сначала рассмотрим это с точки зрения здравого смысла.

Начальный угол возвышения, обычно требуемый для пристрелки траектории на 1000 ярдов, составляет около 30 MOA, или ½ одного градуса. На ниспадающей ветви траектории, пуля будет падать под чуть более крутым углом, возможно, ¾ градуса. Теперь, если пуля полностью прекращает отслеживать траекторию, и прилетает в мишень с носиком, расположенным в той же ориентации, как и при запуске, она все равно будет лететь с носиком, задранным вверх на 1.25 градуса относительно траектории полета. И какое, по вашему мнению, дополнительное сопротивление будет наводиться при полете под углом 1.25 градуса на второй половине траектории? Теперь вспомните, что даже пуля с очень большим фактором стабильности *все равно будет отслеживать траекторию своего полета,* она лишь будет задерживаться чуть сильнее, чем пуля с менее жесткой осью. Симуляция 6DOF продемонстрирует динамику полета и разницу в сопротивлении для одной и той же пули с различными скоростями вращения.

7-мм 180-грановая пуля Berger VLD была выбрана в качестве моделируемой пули для 6 DOF симуляции потому, что она длинная и должна увеличивать любое дополнительное сопротивление, обусловленное полетом под углом к своей траектории.

Эта пуля выстреливалась со скоростью 2800 фт/с под углом 31.3 MOA вверх к горизонту (примерно 27.8 MOA выше пристрелки на 100 ярдов), что соответствует пристрелке траектории на 1000 ярдов, и симуляция велась до 1200 ярдов. На 1200 ярдах, угол траектории полета пули составил около 1.2 градуса ниже горизонта, падая примерно на 0.75″ дюйма на каждый ярд дальности. Если бы ось пули была абсолютно жесткой, сохраняющей точную ориентацию, с которой пуля покинула дульный срез, пуля летела бы так, что ее ось была наклонена на угол примерно 1.7 градуса к траектории полета на 1200 ярдах.

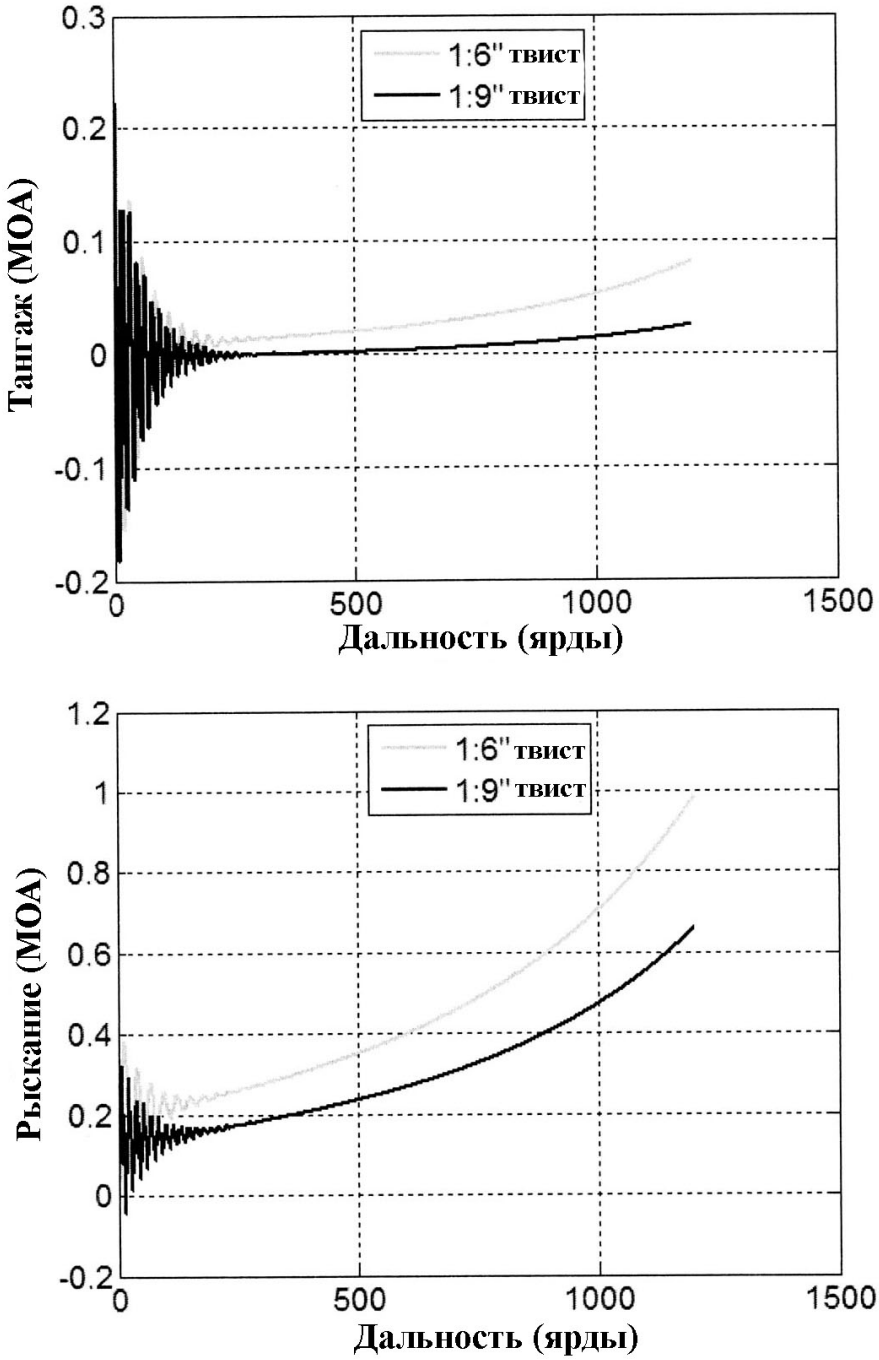


Рисунок 10.4. Рыскание намного больше тангажа, так как ось пули изгибается на длинной траектории.

На Рисунке 10.4 показаны тангаж и рыскание для пули, отстреливаемой из стволов с двумя различными твистами (1:9″ и 1:6″), до 1200 ярдов. Тангаж определяется как вертикальный угол, который образует нос пули с траекторией полета, и рыскание – как горизонтальный угол, который образует нос пули с траекторией полета. На графике слева показан тангаж для пули по мере ее полета к мишени, и на графике справа показано рыскание. Заметьте, что углы эти *не* связаны с землей, а связаны с траекторией полета пули. Другими словами, к концу полета на 1200 ярдов, траектория полета пули составит 1.2 градуса ниже горизонтали, и ось пули будет поднята над траекторией полета менее чем на 0.1 MOA даже для сильно стабилизированной пули.

Обратите внимание на то, что масштабы на этих двух фото различны. Из верхнего графика видно, что рыскание пули относительно траектории ее полета почти в 10X превос-

ходит тангаж для обоих твистов ствола – 1:9″ и 1:6″, *но все еще не превышало 1.0 MOA на 1200 ярдах.* Когда пуля летит с осью, наклоненной на 1 MOA к траектории полета, никакого существенного сопротивления воздуха не будет наводиться в сравнении с тем, когда пуля летит с *нулевым* тангажом и рысканием. Более того, разница в сопротивлении между правильно стабилизированной пулей и сильно стабилизированной пулей незначительна. Прогнозируемые скорости на 1200 ярдах будут отличаться всего на 0.1 фт/с для стволов с твистами 1:9″ и 1:6″.

Разные уровни стабильности могут не повлиять на сопротивление каким-то существенным образом, но они могут повлиять на траекторию. К примеру, тот факт, что быстрее вращающаяся пуля летит с чуть более поднятым носиком, заставляет ее попадать примерно на 0.46″ выше на 1000 ярдов, при запуске под одним и тем же начальным углом. Смотрите на это как на вертикальную компоненту деривации, или *lift drift,* и практическое значение этого феномена ничтожно.

Основная часть рассогласованности пули со своей траекторией происходит в плоскости рыскания. Этот эффект упоминался ранее в главе, посвященной деривации. Когда пуля вынуждена изгибать свою ось вращения с траекторией, она реагирует, отклоняя свой носик вправо (для стволов с правыми нарезами, влево для стволов с левыми нарезами). Рыскание, происходящее в результате, известно как *рыскание покоя (yaw of repose).*

На Рисунке 10.4 вы можете увидеть, что *рыскание покоя* возрастает до примерно 0.65 MOA на 1200 ярдах, приводя к 8.9″ деривации на этой дальности для ствола с твистом 1:9″ и почти 1.0 MOA рыскания для ствола с твистом 1:6″, что производит деривацию примерно в 13.3″. *Закорючки,* которые вы наблюдаете на первых ~200 ярдах кривых тангажа и рыскания – это прецессия оси пули, сопротивляющейся началу изгиба траектории, которая начинает превращаться в дугу в момент, когда пуля покидает дульный срез. Когда пуля трансформирует крутящий момент на своей оси из вертикальной плоскости в реакцию, возникающую, в основном, в горизонтальной плоскости, переходная прецессия затухает до нуля, и пуля успокаивается и просто продолжает наращивать *рыскание покоя*, когда траектория продолжает изгибаться. Вероятно, именно это многие стрелки имеют в виду, когда говорят, что *пуля засыпает.* Еще раз я бы хотел отметить, что величина начального тангажа и рыскания незначительна и не оказывает никакого влияния на характеристики полета пуль (0.4 MOA меньше 0.01 градуса).

Наиболее важный урок, который следует из этого анализа стабильности, состоит в том, что *пуля* ***не*** *испытывает существенно большего сопротивления, когда она летит излишне стабилизированной.* Страх избыточного сопротивления от «перестабилизации», на самом деле, беспочвенен. Действительно, более жесткая ось вращения не влияет на способность пули отслеживать траекторию, но этот эффект очень слаб. В вертикальной плоскости небольшой тангаж носиком вверх чуть сильнее стабилизированной пули заставляет ее попадать всего на 0.46″ выше на 1000 ярдах, чем *идеально стабилизированную* пулю. Это несущественное различие. Единственное существенное влияние, которое сильно стабилизированная пуля (перестабилизированная) оказывает на траекторию – это увеличение деривации. В показанном выше примере, деривация, спрогнозированная программой 6-DOF, составила 8.9″ и 13.3″ для стволов с твистами 1:9″ и 1:6″ на 1200 ярдах, соответственно. Прилагаемое баллистическое программное обеспечение предсказывает 10″и 17″ для этих двух стволов, что соответствует относительно небольшой величине ошибки. Также интересно отметить, что симуляция 6-DOF рассчитала Sg в 1.44 и 3.23 для этих двух скоростей вращения с использованием всех деталей аэродинамики пули и массо-габаритных параметров, и решила их с использованием полных 6-DOF формул движения. Формула Миллера предсказывает 1.46 и 3.28, что является очень хорошим результатом для такой намного более простой прогнозной формулы.

Гироскопическая стабильность и прецизионная стрельба

В предыдущем разделе в деталях обсуждалось влияние увеличенной стабильности пули на ось вращения пули, и всего этого на траекторию. Было найдено, что более стабильная пуля *не* летит так, что ее ось наклонена на большие углы относительно траектории, что вызывает увеличение сопротивления воздуха. Так значит ли это, что НИКАКИХ отрицательных последствий избыточная стабилизация не несет? Не совсем.

Соотношение между стабилизацией и кучностью – вот где, вероятно, существует целое нагромождение неверных представлений. Гироскопическая стабильность может повлиять на кучность двумя способами. Во-первых, если пуля не достаточно стабилизирована, она вылетит из дульного среза и полетит с существенной величиной рыскания пока не стабилизируется (не уснет). Эта ситуация плохо влияет на кучность и существенно добавляет сопротивления пуле. Эту проблему можно решить простым гарантированием того, что пуля выстреливается с достаточной стабильностью, путем выбора правильного шага нарезов ствола.

Также есть возможность того, что кучность может ухудшиться, если пуля вращается быстрее, чем ей нужно для адекватной стабильности. Когда пуля вылетает из дульного среза винтовки, она вращается очень быстро. Любые неидеальности формы, баланса или ориентации пули в канале ствола заставят ее отклониться от оси канала ствола, когда она покинет дульный срез. Величина отклонения связана с тем, насколько сильны эти неидеальности в пуле, и также с тем, насколько быстро пуля вращается. Более высокие скорости вращения образуют большее отклонение. Эта ситуация может создать иллюзию того, что отклонение пули *обусловлено* избыточной стабильностью, но это не так. *Реальный уровень стабильности пули – это не то, что вызывает отклонения!* Неидеальности в пуле вызывают отклонения, и отклонения возрастают тем сильнее, чем быстрее вращается пуля. Чем лучше сбалансированы пули, тем меньшие отклонения возникнут от того, что она будет вращаться быстрее. Одной из причин того, почему спортсмены, стреляющие короткий Бенчрест, выбирают для стрельбы короткие тупоносые с плоскими донцами пули, является то, что они требуют для стабилизации достаточно медленные шаги нарезов. Стволы с более медленными шагами нарезов усиливают неидеальности пуль намного меньше, чем стволы с более быстрыми шагами нарезов, и в результате получаются группы меньшего размера.

Отношение между шагом нарезов и отклонениями (разбросом) пуль будет более выраженным для пуль низкого качества. Вот почему стрелки из «Целевых Винтовок» Британии и Британского Содружества длительное время использовали стволы с твистом 1:14″ вплоть до недавнего времени, когда правила дисциплины требовали использования боевых патронов 7.62 мм NATO в состоянии «как есть», и эти патроны снаряжались 145-грановыми пулями FMJBT относительно низкого качества. Когда была внедрена точная технология производства пуль, и получившиеся в результате продукты сильно приблизились к идеальным по балансу, связь между скоростью вращения и разбросом почти исчезла.

Существуют споры о том, какой шаг нарезов ствола или обороты пули *оптимальны* для кучной стрельбы. Ответ не настолько труден, как можно предположить. Правильный способ выбора правильного шага нарезов для определенной пули – это выбор твиста, который приводит к фактору стабильности (Sg) как минимум в 1.4 при вашей намеченной дульной скорости. Если фактор стабильности чуть более высок, это нормально. Влияние перекручивания пули не настолько плохо, как ее недокручивание. Если Sg приближается к 2.0, это не обязательно плохо. Если вы стреляете хорошими пулями, то никакой заметной разницы в кучности не заметите. Если у вас плохая партия пуль, ствол с более медленным твистом может быть более «прощающим», но разница может оказаться трудно обнаружимой.

Динамическая стабильность снарядов, стабилизируемых вращением

До настоящего момента вся наша дискуссия о стабильности была сосредоточена вокруг гироскопической стабильности. Как стрелки, использующие стабилизируемые вращением пули, мы должны понимать гироскопическую стабильность, но это не *все,* что касается данной темы.

Вы можете вспомнить из предыдущего раздела, как я писал о том, что гироскопическая стабильность пули растет по мере полета пули к мишени. Она растет потому, что поступательная скорость пули падает быстрее, чем скорость ее вращения. Это может быть трудным для восприятия теми стрелками на большие дальности, которые наблюдают *замочные скважины* от своих пуль в мишенях, установленных на больших дальностях. «Замочные скважины» - это термин, используемый для описания пули, которая оставляет продолговатые отверстия в мишени в результате кувыркания или полета с существенным рысканием/тангажом. Обычно считается, что пули, выстреленные с адекватной гироскопической стабильностью могут оказаться нестабильными на большой дальности, начать кувыркаться и проделывать «замочные скважины» в мишени. Большинство стрелков предполагают, что проблема эта в недостаточной гироскопической стабильности, и иногда пытаются решить ее использованием стволов с более быстрыми твистами. Ствол с более быстрым твистом, определенно, увеличивает гироскопическую стабильность пули как на дульном срезе, так и на пути к мишени. Тем не менее, ***когда пуля кувыркается на больших дальностях, это не из-за недостатка гироскопической стабильности.***

Динамическая стабильность полностью отличается от гироскопической стабильности, и это намного более сложное понятие. Факторы, влияющие на динамическую стабильность, более слабы, и что намного важнее, они сильно возрастают, когда пуля замедляется до околозвуковых скоростей (от примерно 1300 фт/с и ниже скорости звука ~ 1120 фт/с). Некоторые пули способны успешно пересекать околозвуковой режим полета и переходить звуковой барьер без кувыркания, в то время как другие не будут иметь адекватной динамической стабильности, чтобы переживать сильные завихрения аэродинамических сил и моментов, возникающие при пролете пули через звуковой барьер. Из-за незначительной природы вещей, влияющих на динамическую стабильность, очень трудно спрогнозировать то, будет или нет пуля адекватно динамически стабильной, чтобы правильно пролететь через околозвуковые скорости. Единственный способ узнать наверняка – это эксперимент. В общем, более тяжелые пули с большими БК должны более уверенно пересекать околозвуковые скорости, в то время как более легкие пули меньших калибров имеют тенденцию испытывать большие проблемы. Кроме того, пули с боаттэйлами, скорее всего, будут динамически нестабильными на околозвуковых и дозвуковых регионах. Очень небольшие различия в угле боаттэйла и его длине могут оказывать большое влияние на динамическую стабильность пуль.

Динамическая нестабильность не всегда приводит к катастрофическим последствиям. Существует возможность того, что пуля пролетит сотни ярдов с динамической нестабильностью, и это не сильно на нее повлияет. Вспомните определение стабильности: способность снаряда сохранять свою ориентацию в полете, и возвращаться к этой ориентации после внешних возмущений. Пуля, летящая с динамической нестабильностью, просто имеет очень слабую прецессию оси, которая лишь немного возрастает на дальности выше 1000 ярдов. Технически, пуля имеет динамическую нестабильность потому, что она летит с увеличенным тангажом и рысканием, но любые отрицательные последствия могут оказаться слабыми. Одной из пуль, демонстрирующих пример последствий динамической нестабильности, является 168-грановая Sierra MatchKing .30 калибра. Из-за баланса масс, и размеров боаттэйла, эта пуля страдает от динамической нестабильности, которая заставляет ее приобретать существенное рыскание на больших дальностях. Динамической нестабильности оказывается достаточно для того, что эта пуля обычно не обладает эффективностью далее 800 ярдов, если ее не запускать с исключительно высокими дульными скоростями. *Большинство пуль, используемых для стрельбы на большие дальности, не испытывают проблем с динамической стабильностью, пока они летят на скоростях, превышающих околозвуковые (около 1300 фт/с).*

Если пуля обладает пограничной динамической стабильностью на околозвуковых скоростях, ее иногда можно компенсировать более быстрым твистом. Подобная ситуация происходит с пулей, преодолевающей свою обычную статическую нестабильность адекватной гироскопической стабильностью. Если пуля имеет динамическую нестабильность, вы можете исправить это, раскрутив пулю быстрее, сделав ось достаточно жесткой, чтобы пре-

одолеть как статическую, так и динамическую нестабильность пули. Можно легко рассчитать скорость вращения, требуемую для преодоления статической нестабильности на дульном срезе (сверхзвуковая скорость). Тем не менее, экстремально трудно рассчитать то, какая скорость вращения требуется для преодоления динамической нестабильности, обусловленной околозвуковым полетом. Этому есть несколько причин:

1. Вы не можете точно предсказать величину динамической нестабильности, которую будет иметь пуля во время околозвукового полета.
2. Вы не можете точно спрогнозировать то, как уменьшится скорость вращения пули ко времени, когда она достигнет околозвуковой скорости.

По этим причинам, невозможно предсказать твист ствола, который потребуется для преодоления динамической нестабильности. Мы можем сделать следующие качественные заявления: *Пуля может иметь плохую динамическую стабильность ко времени, когда она выйдет на околозвуковой режим полета. Вы можете преодолеть динамическую нестабильность путем увеличения скорости вращения пули, но трудно сказать точно, какой дополнительный твист потребуется для преодоления динамической нестабильности на большой дальности.*

Выводы

Гироскопическая стабильность количественно описывается фактором гироскопической стабильности: Sg. Формула Миллера обеспечивает достаточную точность для прогнозирования Sg, и она встроена в прилагаемую баллистическую программу. Комбинация твиста ствола и дульной скорости должна обеспечивать фактор стабильности величиной как минимум 1.4, чтобы гарантировать адекватную гироскопическую стабильность для конаретной пули. Последствия пограничной гироскопической стабильности проявляются в виде увеличившегося сопротивления на ранней стадии полета пули, когда она будет сопротивляться «засыпанию», и обычно, в виде плохих результатов по кучности. Если гироскопическая стабильность слишком низкая, пуля начнет кувыркаться вскоре после вылета из дульного среза, и ей так и не удастся восстановиться.

Если рассматривать влияние только на траекторию, единственным последствием закручивания пули быстрее необходимого, будет увеличенная деривация, на которую можно взять поправку, так как она является детерминистской переменной. На вертикальная координата попадания пули изменится несущественно, и дополнительное сопротивление, обусловленное тем, что пуля летит с более жесткой осью, почти невозможно измерить.

В общем, от стволов с более медленными нарезами можно ожидать лучшей кучности (если твист производит удовлетворительный Sg), потому что более медленные шаги нарезов не усиливают компоненты разброса, обусловленные дефектами в пуле. При использовании высококачественных пуль, существует совсем небольшая взаимосвязь между скоростью вращения и кучностью, если стабильность адекватна.

Динамическая стабильность отличается от статической стабильности. Динамическая стабильность подвергается испытаниям на околозвуковых скоростях, и она может быть ответственна за то, что пуля начинает кувыркаться на больших дальностях. Можно усилить жесткость оси вращения пули достаточным образом для преодоления динамической нестабильности, но дополнительную величину закручивания, требуемую для этого, трудно предсказать.

Практический Совет, как Взять Необходимое из этой Главы

Эта глава содержит один из самых глубоко разработанных материалов в книге. Нет необходимости полностью понимать все это для того, чтобы успешно стрелять на большие дальности. Если вы просто будете помнить некоторые ключевые моменты, касающиеся стабильности, вы сможете избежать обычных ошибок.

1. Убедитесь в том, что твист вашего ствола производит фактор гироскопической стабильности (Sg) как минимум, в 1.4 для пуль, которыми вы стреляете. Sg может быть рассчитан с помощью прилагаемой баллистической программы. Не беспокойтесь, если Sg будет чуть выше 1.4, но не выбирайте шаги нарезов или пули, комбинации которых производят Sg ниже 1.4.
2. Правильно стабилизированные пули быстро *засыпают,* не оказывая влияния на полетные характеристики (БК). Запущенные с адекватной гироскопической стабильностью, они будут лететь почти с нулевым движением тангажа и рыскания, и демонстрировать равное сопротивление и БК при стрельбе из любой винтовки, из которой будут отстреливаться.
3. Избегайте использования 168-грановой .30 калибра пули Sierra MatchKing для стрельбы на большие дальности (далее 800 ярдов). 168-грановые пули в других калибрах и отличающиеся по конструкции работают хорошо, но эта 168-грановая Sierra MatchKing имеет уникальную свойственную только ей динамическую нестабильность, не позволяющую ей лететь должным образом на больших дальностях. Эта пуля обеспечивает превосходные результаты на коротких дальностях, до 600 ярдов.
4. Большинство пуль не имеет проблем с динамической стабильностью до тех пор, пока не достигают околозвуковых скоростей (~1300 фт/с). Если ваша пуля подлетает к мишени на скорости выше 1300 фт/с, вам не нужно беспокоиться о динамической стабильности вообще. Если вы стреляете на увеличенные дальности, превышающие те, на которых ваши пули замедляются до 1300 фт/с и ниже, у вас *могут* возникнуть проблемы с динамической стабильностью. Единственный способ узнать наверняка, как пуля будет вести себя на околозвуковом полете, это испытать ее. Как правило, пули, тяжелые для своего калибра, лучше работают на околозвуковом режиме полета, чем пули, легкие для своего калибра.

Резюме по Элементам

В предыдущих главах мы углубились в детали важных фундаментальных элементов внешней баллистики, касающихся стрельбы из стрелкового оружия на большие дальности. Цель данного резюме – помочь стрелку идентифицировать относительную важность различных элементов таким образом, чтобы он мог расставить приоритеты и разрешить их в соответствующем порядке. К примеру, будет неправильно больше уделять внимание эффектам Кориолиса, чем гравитационному понижению. Это резюме будет попыткой представить относительную важность элементов внешней баллистики. Имейте в виду, что это субъективный список. Пункты могут меняться местами в списке в некоторых обстоятельствах, и некоторые стрелки могут выстраивать их в другом порядке. Это лишь мой список, построенный исходя из моих собственных знаний и собственного опыта.

1. Гравитационное Понижение

На вершине этого списка, без сомнения, гравитационное понижение. Понижение – это самая фундаментальная и основная проблема, которую должен решить стрелок на большие дальности. На самом базовом уровне, учет понижения просто означает измерение дальности, расчет и применение вертикальной поправки с использованием баллистической программы.

2. Освоение Прицельных Приспособлений

Прицельные приспособления – это критический мост между пониманием внешней баллистики и правильным учетом их влияния. Если вы можете предсказать понижение с точностью 0.1″ на 1000 ярдов, это не сильно поможет вам, если вы никогда не проверяли соответствие реальной вертикальной подвижки сетки вашего оптического прицела в ответ на вращение барабанчика поправки. В горизонтальном направлении, если вы думаете внести поправку на деривацию и отклонение Кориолиса, и вы не используете уровня на оптическом прицеле для защиты вас от влияния завала, то вы обманываете сами себя.

3. Ветровой снос

Будучи всегда джокером, ветровой снос может оказаться самой важной или наименее важной вещью в списке в какой-нибудь из дней, в зависимости от того, как он дует. Без сомнения, ветровой снос – самая критичная *недетерминистская* переменная, существующая в стрельбе на большие дальности. Все остальные элементы могут быть измерены и учтены с хорошей точностью. Ветровой снос – это последняя реальная переменная для стрелка на большие дальности. Любое время и усилия, потраченные на оттачивание ваших способностей оценивать ветер, превратятся непосредственно в улучшение результатов при стрельбе на большие дальности, независимо от дисциплины.

4. Использование точного Баллистического Коэффициента

Использование точного баллистического коэффициента очень важно для прогнозирования траектории пули. По большей части, заявленные в рекламе G1 БК достаточно, достаточно точны для примерных оценок, но если вы всерьез озабочены точностью ваших расчетов для стрельбы на большие дальности, вам нужно гарантированно знать то, что вы используете точные БК, основанные на подходящем стандарте (G7 для дальнобойных пуль).

5. Учет атмосферных условий

Чтобы рассчитать точную траекторию для большой дальности, вам нужно измерить и учесть влияние температуры, давления и влажности. Если вы не измеряете непосредственно текущие кондиции в месте стрельбы, и не рассчитываете собственное решение для выстрела с помощью портативного приспособления, по крайней мере, сгенерируйте и напечатайте таблицу заранее для ожидаемых высоты и температуры места, с которого будете вести стрельбу. Влияние высоты над уровнем моря на барометрическое давление является хорошо предсказуемым, и вы можете обычно неплохо оценивать температуру воздуха основываясь на времени года. В приложении к книге есть таблица (A14), включающая температуры воздуха и давления для высот до 10 000 футов.

6. Стрельба под углом Вверх/Вниз

Это еще один элемент, место которого в списке зависит от ситуации (как и ветер). Если угол места цели мал, этот элемент может быть наименее важным из всех, но если угол места цели велик, его влияние будет основным. Основной эффект, возникающий при стрельбе вверх/вниз в том, что компонента силы тяжести, тянущая пулю непосредственно вниз от линии прицеливания, будет уменьшаться как для стрельбы вверх, так и вниз, обуславливая меньшее понижение и более высокие попадания. Этот основной эффект необходимо учитывать при стрельбе на большие дальности и под существенными углами возвышения. Малая компонента силы тяжести, действующая попутно или против траектории, является одним вторичным эффектом. Другой (компенсирующий) вторичный эффект – это градиент плотности воздуха, с которым сталкивается пуля на своей траектории. Эти вторичные эффекты обычно можно игнорировать без последствий, так как они взаимно компенсируются.

7. Гироскопический снос (Деривация)

Деривация – это детерминистская переменная, которая может и должна быть учтена в случае, *КОГДА* все элементы с более высоким приоритетом уже обработаны. Вам даже не стоит думать о деривации, если вы не используете уровня на прицеле и не проверили то, что ваша сетка точно отрабатывает вертикаль.

8. Эффект Кориолиса

Эффект Кориолиса – самый наименее важный и слабый элемент внешней баллистики. Его влияние – детерминистская переменная, поэтому оно предсказуемо, но величина его обычно настолько мала, что еще можно поспорить о том, стоит ли ее учитывать вообще. Если все остальные элементы уже учтены (особенно прицельные приспособления), и если ветер не является экстремально сложным, и если обстоятельства позволяют уделить дополнительное время для подготовки выстрела, тогда Кориолис будет последним оставшимся элементом, который нужно учитывать для выполнения очень дальних выстрелов. Отклонение Кориолиса всегда меньше деривации. Для стрелков в северном полушарии будет неплохой идеей использовать ствол с левыми нарезами для того, чтобы частично погасить влияние деривации и кориолиса.

Часть 2: Анализ Баллистических Характеристик

Глава 11: Интересные Факты и Тенденции

В этой главе содержатся некоторые вещи, которые могут заинтересовать стрелков на большие дальности, косвенно относящиеся к внешней баллистике. Большая часть причин, по которым тему баллистики окружает столько мистики, обусловлена тем, что все происходит очень быстро, и очень мало что из этого можно наблюдать непосредственно. В разделах этой главы я попытаюсь извлечь эти вещи на белый свет и изложить механику в терминах, с которыми мы больше знакомы. Искренне скажу, что очень малая часть информации из этой главы способна непосредственно увеличить ваши шансы на попадание в мишень. Моя задача – заострить ваше внимание и понимание того, что происходит во время полета пули из винтовки к цели. В общем, чем лучшее понимание фундаментальных управляющих принципов будет у человека, тем больше удовольствия он будет получать и тем лучше освоит определенную дисциплину.

Эффекты масштабирования

Существуют некоторые очень предсказуемые последствия масштабирования пуль вверх и вниз в различные калибры. Большая часть эффектов связана с тем, как на вес и площадь пули будет влиять это масштабирование. Обратите внимание на то, что для пуль *вес* пропорционален их *объему,* а *сопротивление воздуха* им пропорционально *площади* поперечного сечения (и форм фактору), а на *стабилизацию* пули влияет как *объем,* так и *площадь* (и форма). Кстати, нужно хорошо понимать принципы масштабирования *площади* и *объема*.

Когда вы масштабируете что-то по линейному размеру, как поступаем мы в случае с калибров, *площадь* объекта возрастает с *квадратом* линейного изменения, а *объем* возрастает с *кубом* линейного масштаба. К примеру, рассмотрим квадрат в верхней части Рисунка 11.1. Этот квадрат имеет стороны длиной по 1 дюйму и площадь 1 квадратный дюйм. Теперь удвоим длину каждой стороны (умножим ее на два). Квадрат теперь 2″x2″, и имеет площадь 2^2 дюйма, или 4 квадратных дюйма. Более того, если бы наш квадрат 1″ был кубом 1″x1″x1″ (как снизу на Рисунке 11.1), и вы удвоили длину каждой стороны, то куб теперь имел бы 2^3 или 8 кубических дюймов в объеме. Это увеличение площади в 4 раза и 8-кратное увеличение в объеме всего от 2-кратного увеличения линейного масштаба. Помните, что вес связан с объемом, а это значит, что если у нас рост 8 раз от начального объема, то и вес возрастет в 8 раз от первоначального. То есть, можно сделать вывод: *вес возрастает больше чем площадь, когда вы увеличиваете объект масштабированием.* Эта идея критична для понимания БК пуль различных калибров.

Разница в линейном масштабе между калибрами не такая же простая, как в случае с коэффициентом 2, но математика здесь работает та же. Рассмотрим 6.5 мм и 7 мм. Линейный коэффициент масштабирования при переходе от 6.5 мм к 7 мм равен: 7/6.5 = 1.077. То есть, вы можете ожидать, что площадь поперечного сечения пули (с которой связаны сила сопротивления и стабильность) увеличится на коэффициент 1.077^2, или 1.160. Точно также, вы можете ожидать, что объем и вес увеличатся на коэффициент 1.077^3, или 1.249. К примеру, рассмотрим *тяжелую для калибра* 142-грановую 6.5-мм пулю. Насколько тяжелой должна быть настолько же *тяжелая для калибра* пуля в 7 мм? Просто умножим 142 грана на коэффициент масштабирования объема, 1.249, и мы получим 177 гран веса *тяжелой для калибра* 7-мм пули. Самая тяжелая 7-мм пуля у Sierra весит 175 гран, у Berger – 180 гран, так что вы можете видеть, насколько хорошо коэффициент масштабирования может прогнозировать вес.

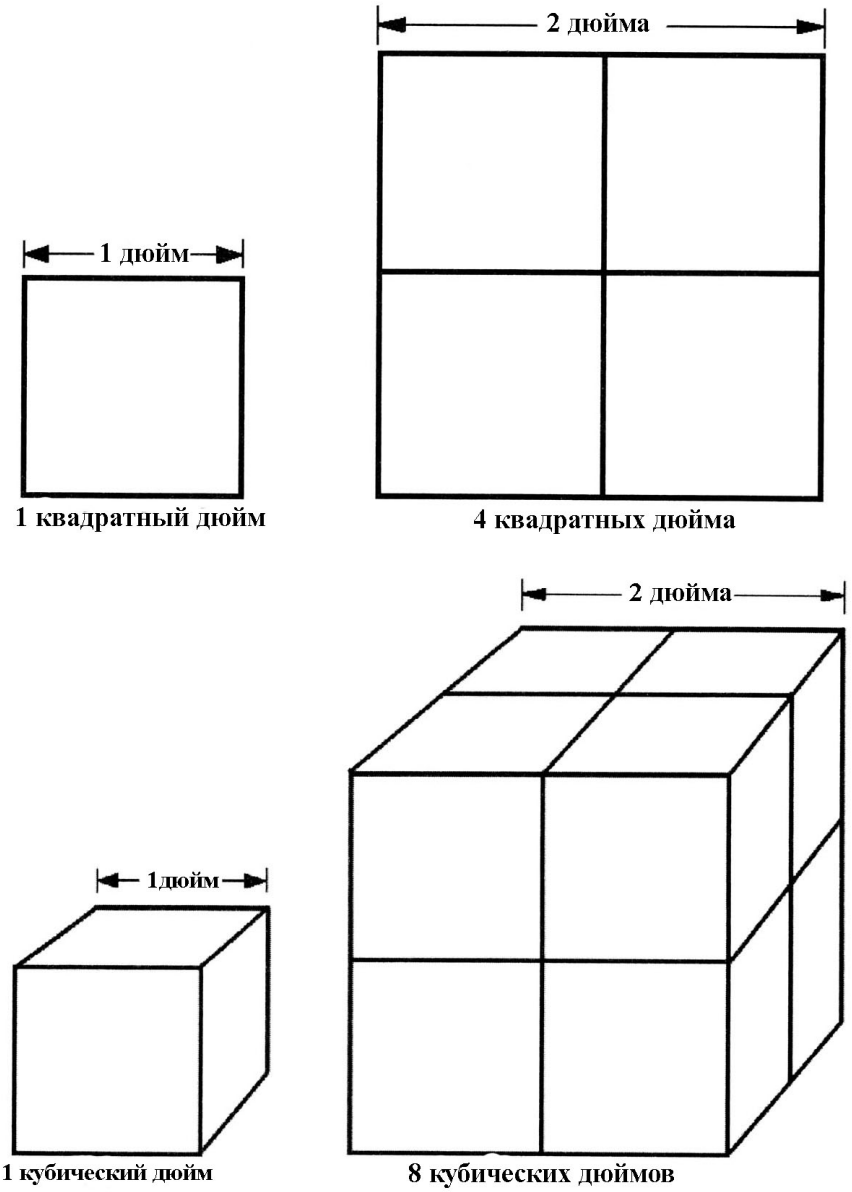
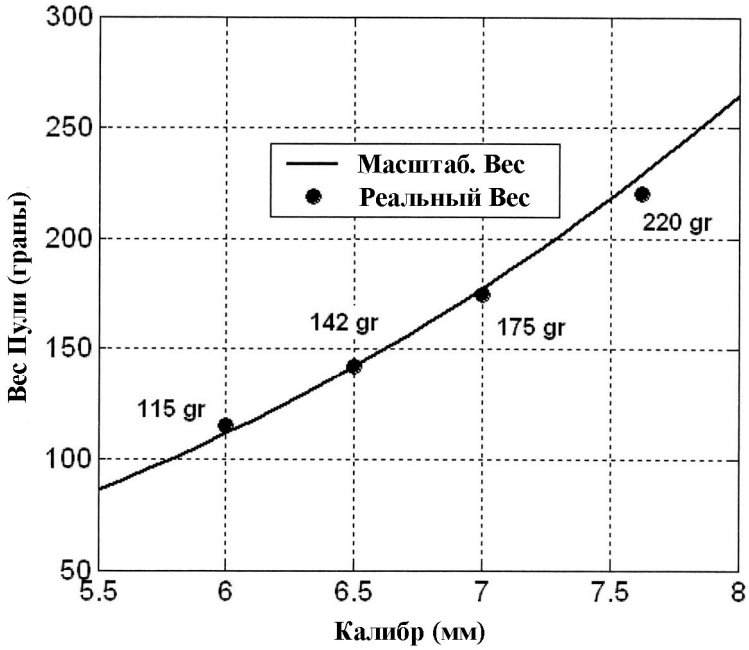


Рисунок 11.1. Удвоение линейных размеров объекта увеличивает площадь в 4 раза (2^2=4) и объем в 8 раз (2^3=8).

На Рисунке 11.2 показано, как 6.5-мм 142-грановая пуля масштабируется из 6 мм до .30 калибра. Веса реальных *тяжелых для калибра* пуль все близки к линии отмасштабированного эталона 142-грановой пули. На Рисунке 11.2 изображены только пули производства Sierra, но вы также можете увидеть ту же тенденцию для пуль от других производителей.

Понимание влияния масштабирования калибра на вес пули является важным фундаментальным шагом для выполнения оценок баллистических характеристик различных калибров.

Масштабированный Вес В Сравнении с Реальным Весом



	6mm (.243)	6.5mm (.264)	7mm (.284)	7.62 (.308)
Реальный Вес (граны)	115	142	175	220
Масштабир. Вес (граны)	112	142	177	228

Рисунок 11.2. Масштабирование точных пропорций 6.5-мм 142-грановой пули вверх и вниз позволяет получить рассчитанные веса пуль, очень близкие к реальным весам пуль, производимых Sierra.

Масштабирование Баллистического Коэффициента

Наше первое упражнение для изучения эффектов масштабирования калибра будет состоять в рассмотрении того, как оно влияет на БК. БК – это простой случай, потому что как вы можете видеть из приведенной ниже формулы, БК пропорционален массе и площади (*кал*^{2} пропорционален площади).

$$\acute{A}\hat{E} = \frac{\hat{a}\mathring{a}\tilde{n}\ \ddot{i}\ \acute{o}\ddot{e}\grave{e}\ /\ 7000}{\hat{e}\grave{a}\ddot{e}^2 \cdot i}\left(\frac{\hat{o}\ \acute{o}\acute{i}\ \grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\ \acute{e}\grave{i}^{\ 2}}\right)$$

В приведенной выше формуле, вес пули указан в гранах, *кал* – это калибр пули в дюймах, и *i* – это *форм фактор* (обратитесь к Главе 2 для подробного изучения понятия форм фактора). В общем, форм фактор будет одинаковым для пуль *одинаковых пропорций*, независимо от калибра, что удобно для нашего анализа. Если использовать измеренный G7 БК для 6.5-мм 142-грановой пули MatchKing (0.301 фунт/дюйм^2), то значение форм-фактора G7 оказывается равным i_7=0.968. Используя этот форм-фактор, вы можете спроецировать БК для других пуль такой же формы в различных калибрах. Сделав это, мы узнаем кое-что очень важное о масштабировании пуль и БК.

Обратите внимание на то, что в формуле БК, вес (пропорционален объему) находится в числителе, а диаметр в квадрате (пропорционален площади) в знаменателе. Ранее мы нашли коэффициент масштабирования из калибра 6.5 мм в 7 мм, и он равен 1.077. Чтобы спроектировать БК для 7-мм пули базируясь на БК для 6.5-мм пули, вы умножаете БК на отношение коэффициента масштабирования в кубе, деленного на коэффициент масштабирования в квадрате. Это изображено на Рисунке 11.3. После сокращения, оказывается, что вы просто

можете умножить БК только на коэффициент масштабирования, как показано на Рисунке 11.3.

Другими словами, БК для пуль одинаковой формы масштабируется в точности 1:1 с калибром! К примеру, измеренный G7 БК 6.5-мм 142-грановой пули Match King равен 0.301 фунт/дюйм^2. Основываясь на этом, давайте спрогнозируем БК для 7-мм пули. Наш коэффициент масштабирования будет просто отношением калибров: 7мм/6.5мм = 1.077, или 0.284/0.264 = 1.077. Математическая формула на Рисунке 11.3 демонстрирует, что проецирование БК 6.5-мм 142-грановой пули в 7-мм приводит к G7 БК 0.324 фунт/дюйм^2.

$$БК = 0.301 \cdot \frac{1.077^3}{1.077^2} = 0.324$$

$$БК = 0.301 \cdot \frac{0.284}{0.264} = 0.324$$

Рисунок 11.3. Масштабирование БК.

Реальный измеренный G7 БК для схожей по форме 7-мм 175-грановой пули MatchKing был равен 0.327 фунт/дюйм^2! Это хорошо сравнимо с отмасштабированной величиной 0.324, так как профиль 7-мм 175-грановой пули очень похож на профиль 6.5-мм 142-грановой пули. Если вы отмасштабируете БК 6.5-мм пули вниз до калибра 6 мм, вы сможете получить прогнозный БК 0.278 фунт/дюйм^2. На самом деле, G7 БК для 115-грановой пули был измерен в 0.276 фунт/дюйм^2! Таким образом, можно запросто проецировать G7 БК для пуль различных калибров, если вы знаете G7 БК для справочной пули схожей формы.

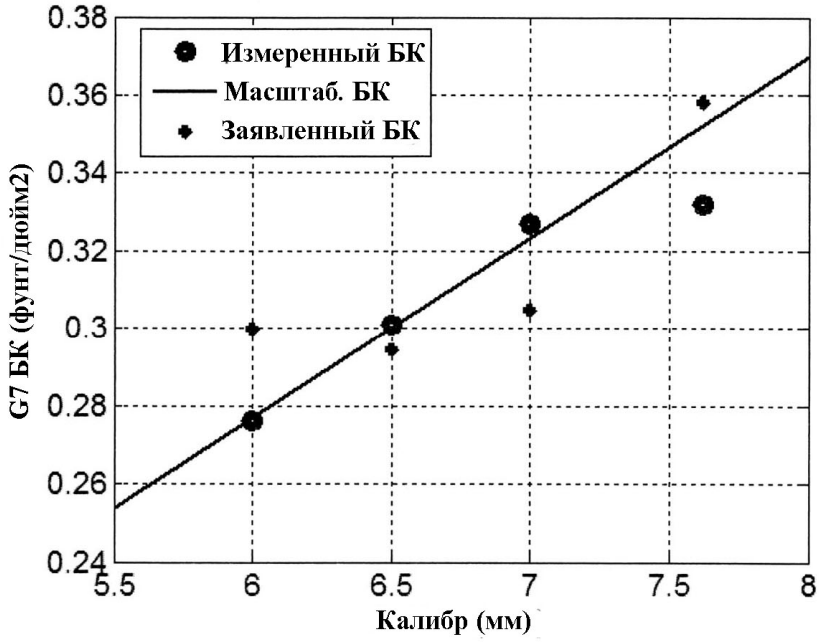
На Рисунке 11.4 показаны результаты проецирования БК для целого ряда калибров, основываясь на 6.5-мм 142-грановой пуле и принципе масштабирования. Очень четко видно, что 6-мм, 6.5-мм и 7-мм калибры имеют G7 БК, точно попадающие на линию тренда, в точности там, где они и ожидаются, основываясь на анализе масштабирования. В отличие от них, заявленные в рекламе БК (преобразованные из G1 в G7) полностью выпадают из картины. Заявленный БК для 6-мм пули намного выше, чем должен быть, учитывая, что пуля имеет практически такой же профиль, что и 6.5-мм и 7-мм пули (смотри профили пуль в нижней части Рисунка 11.4).

6.5-мм SMK имеет заявленный БК, очень близкий к измеренному. 7-мм SMK имеет загадочно низкий заявленный БК, учитывая такую же форму, как и у 6-мм и 6.5-мм пуль. 240-грановая пуля, хотя она почти на 10 гран тяжелее чем масштабированная 142-грановая 6.5-мм пуля, имеет измеренный БК, расположенный ниже линии тренда. Причина ясна, если рассмотреть профили этих пуль. Очевидно, что 240-грановая MatchKing имеет другую форму[9] и не имеет форм фактора низкого сопротивления, как у пуль меньших калибров, и поэтому ее БК располагается ниже линии тренда, предсказанной масштабированием этих пуль меньшего калибра.

Мне нравится это упражнение потому, что оно показывает, что некоторые вещи во внешней баллистике не настолько сложны, как кажутся на первый взгляд.

[9] В частности, длина оживала пуль MatchKing 30 калибра пропорционально короче чем у пуль MatchKing меньших калибров.

Масштабирование БК для пуль Sierra схожей формы



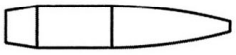
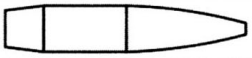
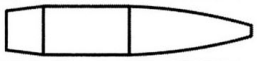
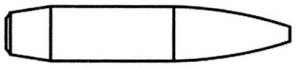
		i7	SD (lb/in^2)	G7 BC (lb/in^2)
6mm				
115 DTAC		**1.007**	0.278	0.276
6.5mm				
142 SMK		**0.968**	0.291	0.301
7mm				
175 SMK		**0.948**	0.310	0.327
.308 Caliber				
240 SMK		**1.092**	0.361	0.332

Рисунок 11.4. Обратите внимание на то, как тупоносая тяжелая пуля .30 калибра сравнима с тяжелыми пулями в более мелких калибрах. Относительная тупизна пули .30 калибра производит большее сопротивление воздуха, и это вредит БК.

Рассмотрим график на Рисунке 11.4 – все заявленные в рекламе БК не соответствуют действительности. Вы можете (по понятным причинам) удивиться, почему заявленный БК для 175-грановой 7-мм пули MatchKing лишь чуть-чуть выше, чем у намного меньшей 115-грановой 6-мм пули DTAC. Конечно же, проблема зависимости от скорости G1 БК допускает некоторые погрешности, но не очевидно *ложные* заявления. Ситуация со сверхвысоким *заявленным* БК 6-мм пули может заставить людей принимать огромной важности решения, основываясь на характеристиках, о которых они *думают*. Тем не менее, в итоге, вообще ничего сверхъестественного не происходит. То же самое касается и 7-мм. Кто выберет для стрельбы 7-мм пулю с ее повышенной отдачей, когда *заявленный* БК не отражает реального преимущества над 6-мм или 6.5-мм пулями? Будет полезно узнать, что все 3 пули во всех 3 калибрах одинаковой формы будут иметь характеристики, которые масштабируются точно так, как диктуют законы природы. Одним исключением из группы является 240-грановая пуля Match King .308 калибра. Несмотря на то, что она на 10 гран тяжелее, чем масштабированная 142-грановая 6.5-мм пуля, эта пуля имеет БК, намного меньший линии тренда. Как было сказано

ранее, причина этого очевидна, если посмотреть на относительно тупой профиль этой пули, и ее соответственно худший форм фактор G7.

Вывод – когда вы в действительности измерите Баллистический Коэффициент, и приведете его к подходящему (а не к зависимому от скорости) стандарту; *очень многие вещи проясняются, и входят в соответствие со здравым смыслом!* Учитывая исторический потенциал неточных заявленных БК, привязанных к неподходящему стандарту G1, не удивительно, почему с БК связано столько загадок. Я надеюсь, что эта книга сможет помочь утвердиться во мнении, что *реальные* БК полезны в использовании и не так сложны в понимании.

Конечно же, в итоге, пуля одна и та же. Ее характеристики – это ее характеристики, независимо от того, как вы решаете описать ее. *Просто намного легче правильно понять характеристики пули, если вы будете использовать точно измеренный и связанный с правильным стандартом БК.*

Попадания в мишени на больших дальностях сильно зависят от тех решений, которые вы приняли в отношении своего оборудования, которые основаны на ваших оценках баллистических характеристик. Чем точнее вы понимаете характеристики пуль, тем лучше информированными будут ваши решения, и тем больший успех будет вам сопутствовать в стрельбе на большие дальности. Построение важных баллистических оценок на неточных G1 БК, заявленных в рекламе производителей пуль, исторически являлось самым слабым звеном в цепи решений, принимаемых стрелками на большие дальности, как в их способности оценки относительных характеристик различных пуль/калибров, так и их способности рассчитывать точные траектории для выбранной ими системы.

Врожденное Превосходство в БК Более Крупных Калибров

Наше упражнение с масштабированием продемонстрировало то, что для пуль одинаковой формы, пропорциональных по весу в своих калибрах, БК будет возрастать с ростом калибра в соотношении 1:1. Поэтому не удивительно, что пули более крупных калибров могут иметь более высокие БК. Теперь у нас есть фундаментальное знание о том, как и почему это происходит.

Знание о том, почему пули большего калибра имеют более высокие БК, не является достаточной информацией для выполнения полной оценки характеристик пули. Вы не можете просто предположить, что сможете запускать пули всех калибров с одинаковыми скоростями. В общем, пули большего калибра сложнее разгонять до тех же высоких дульных скоростей, что возможны с пулями меньших калибров. Будьте осторожны при оценке реалистичных дульных скоростей наряду с БК, когда будете сравнивать баллистические характеристики в разных калибрах. В следующей главе будет представлен более детальный анализ влияния БК и дульной скорости на характеристики пули.

Пока что я много внимания уделял БК. Тем не менее, прежде чем мы отойдем от этой темы, я бы хотел сделать важное замечание. Сами по себе БК не убивают цели или не выигрывают матчи! Рассмотрим матч по стрельбе на большие дальности. Вы не можете показаться на матче с тем, что считаете превосходящей по баллистике комбинацией калибра и пули, и ожидать, что ваше оборудование выиграет матч за вас. Разница в баллистических характеристиках между винтовками на любом данном матче обычно достаточно мала. Лишь небольшая грань разделяет самую лучшую по баллистике винтовку от самой худшей. Ваши способности эффективно читать ветер и правильно адаптироваться к его мелким изменениям имеют намного большую важность, чем несколько десятых БК. Тем не менее, высокий БК важен.

Рассмотрим следующую ситуацию. Два спортсмена стреляют матч друг против друга в одних и тех же кондициях. Стрелок А имеет небольшое преимущество по баллистике над стрелком В. Если оба стрелка имеют равные навыки в чтении ветра, стрелок А будет иметь *чуть* лучшие шансы на победу в матче, хотя любой из стрелков может выиграть любой матч. Если эти двое стреляют 20 матчей друг против друга, Стрелок А почти наверняка заработает

более высокий ***средний*** *результат* (или отстреляет меньшую среднюю группу), чем стрелок В.

Влияние Масштабирования на Гироскопическую Стабильность

Большая часть данного обсуждения стабильности является обзором материала, представленного в Главе 10. Он переписан здесь для того, чтобы продемонстрировать последствия масштабирования на стабильность пули.

Фактор гироскопической стабильности (Sg) – это мера того, насколько хорошо пуля стабилизирована. *Теоретически,* Sg должен лишь быть выше 1.0 на дульном срезе, чтобы пуля была стабильной (не кувыркалась) в полете. *На практике,* пули должны покидать ствол с Sg как минимум 1.4 в стандартных атмосферных условиях, чтобы был запас на возможные ошибки.

Две основные вещи, влияющие на гироскопическую стабильность вращающихся пуль: 1. *Аэродинамический опрокидывающий момент,* стремящийся дестабилизировать пулю, и 2. *Инерциальные эффекты вращающейся массы,* стабилизирующие ее. Если стабилизирующие эффекты сильнее дестабилизирующих, пуля будет лететь носиком вперед.

Дестабилизирующие аэродинамические эффекты больше связаны с *площадью* пули, а стабилизирующие эффекты больше связаны с *весом* пули. Звучит знакомо? Та же логика была и в случае масштабирования БК. *Увеличение линейного масштаба пули будет генерировать больше стабилизирующей массы (инерции), чем дестабилизирующего аэродинамического момента.* Итоговый результат будет состоять в том, что пуля большего калибра, выстреливаемая с той же скоростью из того же твиста ствола, будет более стабильной. Другими словами, пули более крупного калибра имеют тенденцию к использованию более медленного твиста для достижения стабильности, сравнимой с меньшими калибрами.

И последнее, касающееся стабильности: сразу же, как только пуля покидает ствол, Sg начинает возрастать. Причина в том, что поступательное движение пули замедляется намного быстрее, чем вращательное движение. Другими словами, *дестабилизирующие эффекты уменьшаются быстрее чем стабилизирующие эффекты.* В результате Sg растет, пока пуля летит к мишени.

Помните, что целая глава в Части 1 этой книги посвящена гироскопической и динамической стабильностям, где они разобраны очень детально. Это краткое упоминание данной темы представлено здесь для того, чтобы осветить влияние масштабирования на стабильность.

Энергия в Баллистике

В любом научном исследовании физических основ, составление уравнения сохранения энергии обычно позволяет пролить свет на очень интересные вещи. В данном разделе мы используем базовый анализ энергий для обнаружения некоторых интересных фактов, касающихся полета пуль.

Вначале давайте поговорим о том, как записать количественно кинетическую энергию пули. Кинетическая Энергия (КЭ) – это энергия движения пули. Она измеряется в фут-фунтах (ft-lbs). Представьте это следующим образом, если пуля выстрелена строго вверх с 100 фут-фунтами КЭ, и она ударила в груз весом 1 фунт, этот груз поднялся бы вверх на 100 футов. Если той же пулей выстрелить в груз весом 100 фунтов, то этот груз поднялся бы вверх на 1 фут. КЭ обычно используется для описания энергии попадания пуль, и ее можно рассчитать по следующей формуле.

$$K\acute{Y} = \frac{BW \cdot V^2}{450800}$$ **Формула 11.1**

Где:

КЭ = Кинетическая энергия пули на дульном срезе в фут-фунтах
BW = вес пули в гранах
V = Скорость в футах в секунду

Общеизвестно, что пуля замедляется во время полета через воздух. Пуля имеет некоторую скорость на дульном срезе, и соответствующее количество кинетической энергии. Когда пуля летит к цели, она замедляется, и энергия, которой обладает пуля, расходуется. *Куда же девается эта энергия?* Закон сохранения энергии говорит, что энергия, которую теряет пуля, куда-то уходит. Она не просто исчезает. В случае пули, энергия ее направленного вперед движения теряется на *звук и тепло*, которые пуля передает воздуху, когда она летит к мишени. Довольно трудно представить, как столько энергии может конвертироваться в звук и тепло, но то, что делает пуля со своей кинетической энергии – это *взаимно однозначная* тенденция. Чтобы перевести энергию в знакомые термины, рассмотрим 175-грановую пулю .308 калибра, выстреливаемую с дульной скоростью 3000 фт/с. В момент, когда пуля вылетает из ствола винтовки, она обладает 3494 фут-фунтами энергии. Подумайте об этой энергии как о *бюджете* пули. Чтобы максимизировать внешнебаллистический потенциал, пуля должна прилететь к своей цели настолько эффективно, насколько это возможно, что означает, что она должна быть *экономной* в расходовании своей энергии. Если пуля очень обтекаема, и имеет форм фактор низкого сопротивления примерно в 0.95, тогда она достигнет цели на 1000 ярдах на скорости 1510 фт/с, что составил лишь ½ ее начальной скорости; и с 885 фут-фунтами, что составляет лишь ¼ ее начальной энергии (помните, что кинетическая энергия пропорциональна квадрату скорости). В данном примере пуля *потратила* 2609 фут-фунтов энергии, пока добиралась до цели. Другими словами, несмотря на то, что пуля имеет профиль низкого сопротивления, ей все равно пришлось передать 2609 фут-фунта энергии атмосфере. Так как полет пули происходит на сверхзвуке, большая часть этой энергии была потрачена на непрерывное сжатие воздуха в ударной волне, что является трудной и шумной работой. Пуле удалось передать эти 2609 фут-фунта энергии атмосфере во время ее полета, который длился 1.41 секунды. Другими словами, пуля теряла в среднем 1850 фут-фунта энергии за каждую секунду своего полета. Когда вы говорите о скорости потери энергии, вы говорите о *мощности.* 1850 фут-фунта в секунду эквивалентно 3.36 *лошадиным силам.* В электрических единицах, это 2509 *Ватт.* Помните, что это средняя скорость передачи энергии для дальности 1000 ярдов. На первых 100 ярдах эта скорость намного больше, и она намного меньше на последних 100 ярдах. На первых 100 ярдах пуля теряет 391 фут-фунт за 0.103 секунды, то есть это мощность 6.9 лошадиных силы или 5149 Ватт. На последних 100 ярдах пуля теряет 154 фут-фунта за 0.1908 секунд, что соответствует скорости передачи энергии 1.47 лошадиных силы или 1.094 Ватта. Поэтому от дульного среза до 100 ярдов пуля теряет энергию со скоростью, которая может комфортно питать 51 100-Ваттную лампочку сразу. Между 900 и 1000 ярдами, пуля может питать почти 11 100-Ваттных лампочек этой мощностью. Для стрелков, которые провели некоторое время в поле, и слышали как пули пролетают на головой (будучи в мишенных ямах на матче по стрельбе из винтовки), потеря энергии пулей, ассоциируется с очень громким *щелчком*, который является ее собственным *звуковым ударом.*

Рассмотрим еще одну 175-грановую пулю 30 калибра, выстреливаемую с той же дульной скоростью, но эта пуля имеет профиль с намного большим сопротивлением, и форм фактор 1.05. Эта пуля будет испытывать на 10% больше сопротивления, чем предыдущая пуля, имевшая форм фактор 0.95. В результате, пуля с более высоким сопротивлением будет терять скорость и энергию с большей скоростью, чем пуля с более низким сопротивлением. Вы можете сказать, что пуля с более высоким сопротивлением не очень умно тратит свою энергию. Она летит к мишени, растрачивая энергию на производство впечатляющей и дорогой ударной волны, постоянную потерю скорости и энергии, не заботясь о будущем. Цена неэффективного полета с высоким сопротивлением вносит отрицательный вклад в баллисти-

ческие характеристики. Каждая мера баллистического превосходства деградирует на пуле с большим сопротивлением в сравнении с пулей с низким сопротивлением.

Большая часть энергии, которой обладает пуля, представлена в форме поступательной, или линейной кинетической энергии, но не вся. Пуля также хранит некоторое количество энергии в виде *вращательной* кинетической энергии. На дульном срезе типичная пуля .30 калибра обладает примерно 8-10 фут-фунтами вращательной кинетической энергии. Так как вращение пули не противопоставлено непосредственно аэродинамическому сопротивлению, пуля способна сохранять свою вращательную скорость и энергию лучше, но она будет уменьшаться со временем. На дальности 800 ярдов, пуля замедлится до вращательной скорости, соответствующей примерно 5 или 6 фут-фунтам. Эта скорость потери энергии соответствует всего 4.5 Ваттам. Это примерно такая же мощность, которая требуется для работы маленькому настольному радиоприемнику.

Для внешнебаллистических свойств пули было бы лучше, если бы она могла сохранять максимальное количество энергии на ее пути к мишени. Более того, в некоторых стрелковых задачах (охота), пуле приходится *расплачиваться* той кинетической энергией, которая осталась у нее, передавая ее цели наиболее убойным образом. Этот *наиболее убойный образ* – это то, что составляет предмет терминальной баллистики, но мы лишь бегло взглянем на терминальные характеристики пули исходя из энергетической перспективы.

Пуля способна вызывать смерть/обездвиживание животного посредством двух основных механизмов. Первый – это очевидное пробитие/разрыв жизненно важных органов животного, убивающий животное посредством прекращения снабжения его мозга кислородом. Так убивают ножи и стрелы. Высокоскоростная пуля имеет другой очень мощный убивающий механизм – *гидростатический удар.* Когда пуля, летящая на сверхзвуковой скорости, входит в среду (животное), состоящую, в основном, из несжимаемой жидкости и тканей, по его телу распространяется очень сильная ударная волна. К концу движения пули, ударная волна оказывается достаточно мощной, чтобы реально повредить ткани, даже если ни одна часть пули физически не коснулась их. Если ударная волна достаточно сильна, она может также повлиять на мозг животного, вызвав немедленное обездвиживание и/или бессознательное состояние. Сила ударной волны пропорциональна скорости пули, и тому, насколько сильно пуля раскрывается. Вот два конца спектра терминальной баллистики:

- Максимальное пробитие – минимальное раскрытие. Пули, имеющие цельную конструкцию, находятся на этом конце спектра. Хорошие новости о пулях, которые не раскрываются, состоят в том, что вы можете ожидать от них *расплаты* всей их энергией в форме пробития, при этом они глубоко проникнут в жизненно-важные органы толстых животных. Недостаток их в том, что пуля может запросто пробить животное насквозь и выйти с достаточной скоростью/энергией. Энергия, которой будет обладать пуля при выходе из животного – это *потраченная впустую* энергия, потому что ее можно было бы потратить на большую ударную волну и повреждения, если бы эта пуля раскрывалась сильнее.
- Максимальное раскрытие – минимальное пробитие. Пули с этого конца спектра будут раскрываться сразу же после удара, разрушаться и передавать всю свою энергию в виде одной мощной ударной волны. Недостаток их – когда животное крупное, пуля может не проникнуть до жизненно-важных органов, и потерять всю свою энергию сразу же под кожей животного.

Наилучший вариант для пули передачи своей энергии при ударе – это баланс между пробитием и раскрытием. Основная трудность разработки пули с *оптимальными* терминальными характеристиками состоит в том, что существует большое количество видов животных и скоростей попадания пули, с которыми ей придется работать. Если пуля была *специально разработана* для оптимизации передачи ее энергии мелким тонкокожим животным на близких дальностях, эта пуля будет не очень эффективной по большим животным с толстой шкурой на больших дальностях. Терминальная баллистика вынуждает принимать серьезные

компромиссы в отношении конструкций пуль. С энергетической точки зрения, задача в том, чтобы иметь достаточное пробитие, чтобы пуля достигла жизненно важных органов животного, а затем потратила остаток своей энергии на создание эффективного раневого канала посредством мощной гидростатической ударной волны, которая могла бы мгновенно обездвижить животное.

Природа разброса пуль

Независимо от того, насколько сильно мы пробуем минимизировать разброс, он всегда будет существовать в той или иной мере. Существуют различные типы разброса, обусловленные различными дефектами в стрелковой системе. 50-фунтовая Бенчрест винтовки будет иметь все те же самые компоненты разброса, что и 6-фунтовая горная винтовка, но эти компоненты будут намного меньшими для Бенчрест винтовки, что позволяет ей стрелять намного меньшие группы. Существует два основных типа разброса пуль, и интересно, как они действуют различными способами.

На Рисунке 11.5 изображены 3 линии, идущие от стрелка к мишени. Линия A – это линия прицеливания. Это линия, по которой летела бы пуля, если бы разброса не было вообще. Линия B представляет собой разброс, *линейный по дальности.* Разброс, линейный с дальностью, означает, что если винтовка стреляет группы в 1″ на 100 ярдов, то она будет стрелять 2″ группы на 200 ярдов, и т.д. Именно таким обычно считается разброс. Ошибка прицеливания – это пример компоненты разброса, определенно связанной с дальностью, так как это *угловая ошибка.* По определению, угловая ошибка пропорциональна дальности. конечно, при экстраполировании на большую дальность, стрелки обычно обнаруживают, что их разброс не совсем пропорционален дальности, но почему?

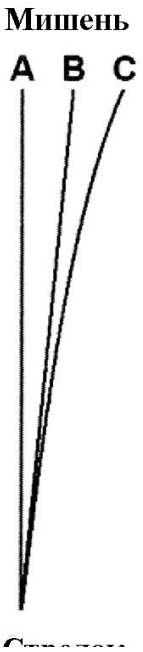


Рисунок 11.5. Реалистичный разброс.

Для многих стрелков может показаться сюрпризом, что большинство компонент разброса пули не является угловой ошибкой, но наоборот, они связаны со *временем полета* пули. Разброс, пропорциональный времени полета, характеризуется Линией C на Рисунке 11.5. Обратите внимание на то, как разброс растет непропорционально дальности.

Рассмотрим влияние небольшого дисбаланса массы, вероятно, обусловленного тем, что оболочка пули с одной стороны толще, чем с другой. Дисбаланс вроде этого вызовет разброс, потому что когда пуля покидает дульный срез, ее центр тяжести оказывается *смещенным по касательной.* Величина этого дисбаланса обычно очень мала для хорошо изготовленных современных пуль, но она существует в некоторой степени для любой пули. Тот факт, что пуля вращается со скоростью около 200 000 об/мин, усиливает влияние на разброс любого дисбаланса. По другому можно описать то, что пуля *смещается по касательной,* это сказать, что *после запуска, пуля приобретает небольшой компонент скорости, направленный под 90 градусов к линии прицеливания.* Ключевое слово в предыдущем предложении – это *скорость.* Как нам известно, расстояние, на которое объект оказывается смещенным при движении с заданной *скоростью,* зависит от того, *сколько времени* он проводит в пути.

К примеру, если центр тяжести пули смещен с ее геометрической оси всего на 0.0001″, и она вылетает из ствола со скоростью вращения 180 000 об/мин (3000 фт/с из ствола с твистом 1:12″), пуля начнет свой полет со скоростью 1.89 *дюйма в секунду*, направленной в каком-то случайном направлении[10]. На 100 ярдов время полета составит около 0.103 секунд, поэтому пуля отклонится на 0.19 дюйма от точки прицеливания. Пуля сохранит такую поперечную скорость, которую она приобрела в начале своего полета. Когда пуля достигнет 1000 ярдов, она будет лететь 1.4106

[10] 1.89 дюйма в секунду поперечной скорости получается из данного смещения ЦТ в 0.0001″ и 180 000 об/мин. Увеличение смещения ЦТ или увеличение скорости вращения увеличит эту величину разброса.

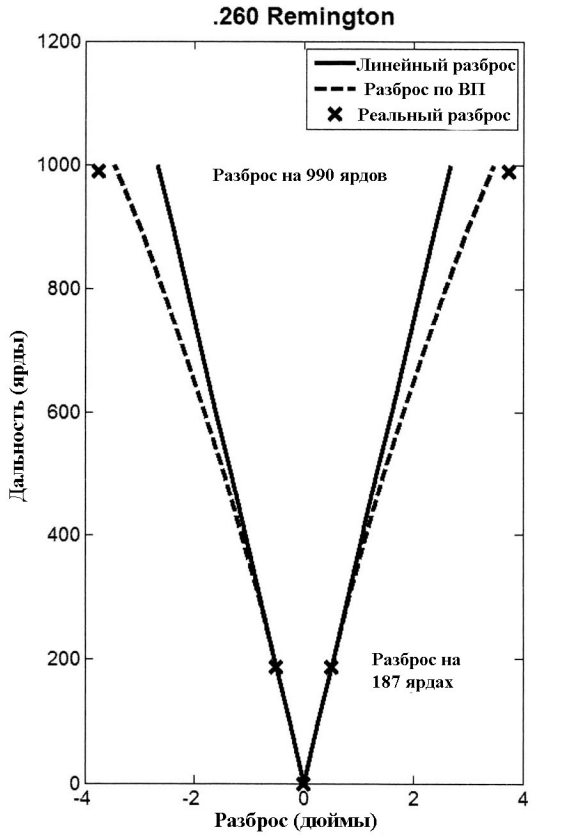
секунды, и ее отклонение вырастет до 2.7″. Если разброс 0.19″ на 100 ярдов был бы пропорционален дальности, то на 1000 ярдах он составил бы всего 1.9″, но так как разброс обусловлен поперечной компонентой скорости пули, отклонение будет пропорционально времени полета, и будет равно 2.7″.

Почти все компоненты отклонения пули обусловлены тем, что пуля приобретает небольшую поперечную скорость в момент своего запуска. К примеру, движение винтовки перед тем, как пуля покидает ствол, приведет к появлению поперечной компоненты скорости. Поперечная скорость может быть сообщена пуле как посредством изгиба ствола (*движение хлыста*), так и/или тем, что вся винтовка начинает откатываться до того, как вылетит пуля. Тяжелый ствол помогает сгладить динамику запуска, так как он жестче, и лучше сопротивляется изгибам. Большой вес винтовки также помогает, так как не дает винтовке сильно смещаться до того, как вылетит пуля. Наиболее кучные винтовки – это Бенчрест винтовки, имеющие тяжелые стволы и тяжелые ложи, которые очень однообразно откатываться в своих очень тщательно разработанных упорах. Вы не можете полностью предотвратить подвижку винтовки под действием отдачи, но если она обязательно будет двигаться, то пусть это движение будет настолько однообразным, насколько это возможно.

Представленное ранее обсуждение однообразия выявило важность позиции стрелка для получения и сохранения хорошей *естественной точки прицеливания (ЕТП).* Принятие естественной точки прицеливания означает, что когда вы лежите в положении лежа с винтовкой, удерживаемой в руках при помощи стрелковой куртки и ремня, прицельные приспособления направлены на мишень *без приложения какой-либо мускульной силы.* Другими словами, вы должны суметь полностью расслабиться, закрыть глаза и сделать несколько вдохов и выдохов, и когда вы откроете глаза, прицельные приспособления должны быть центрированы на мишени. Когда вы найдете хорошую ЕТП, винтовка будет удерживаться и откатываться однообразно от выстрела к выстрелу. Если у вас нет хорошей ЕТП, то вам придется *мышцами* наводить прицельные приспособления на мишень для выстрела. Ваши мышцы не смогут поддерживать винтовку так же однообразно, как ваш скелет. Даже если прицельные приспособления идеально центрированы на мишени, когда вы нажимаете на спусковой крючок, пуля сможет приобрести некоторую случайную поперечную скорость, наводимую на дульном срезе, если винтовка будет откатываться по-иному в результате того, что она удерживается неоднообразно от выстрела к выстрелу. Это объясняет, почему ЕТП и поддержка винтовки вообще является настолько критичными и фундаментальными для меткой стрельбы.

Другое последствие того, что отклонение пуль связано с временем их полета, состоит в том, что пули с лучшими баллистическими характеристиками будут производить меньшие группы на больших дальностях, *даже в отсутствии атмосферных неопределенностей (ветра).* Причина в том, что пули с лучшими баллистическими характеристиками будут иметь меньшее время полета. Рассмотрим винтовку, стреляющую пулями .308 калибра из предыдущего примера. Обе пули весят 175 гран, одна имеет форм фактор G7 в 0.95, другая имеет форм фактор G7 в 1.05. Поперечная нагрузка этих пуль одинаковая, но пуля с меньшим на 10% сопротивлением имеет на 10% больший БК. Обе эти пули способны стрелять группы на 100 ярдов, что означает, что стреляющая платформа придает пулям компоненту поперечной скорости примерно 4.85 дюйма в секунду, соответствующую максимальный радиус рассеивания в 0.5 дюйма (для полного размера группы 1 дюйм в диаметре). На 1000 ярдах, время полета для пули с низким сопротивлением составит 1.411 секунд, и произведет радиус разброса 6.8 дюйма, что означает размер группы 13.6 дюйма. Пуля с более высоким сопротивлением и форм фактором G7 1.05 затратит 1.475 секунды на достижение 1000-ярдовой отметки. Это большее время полета создаст для пули радиус разброса 7.2 дюйма, что соответствует 14.4-дюймовой группе, исходя из 4.85 дюймов в секунду поперечной скорости на дульном срезе. Короче говоря, *более короткое время полета может привести к отстрелу меньших групп, даже в отсутствии ветра.*

Если винтовка стреляет группы, полностью линейные с дальностью (1 дюйм на 100 ярдах, 10 дюймов на 1000 ярдах, и т.д.), то вы можете сказать, что винтовка имеет очень хорошую динамику запуска. Другими словами, она наводит минимальную поперечную скорость на пуле, и разброс из нее полностью обусловлен *угловыми* факторами, вроде ошибки прицеливания. Ошибка прицеливания обусловлена невозможностью стрелка разрешать центр точки прицеливания при выбранном увеличении оптического прицела. Кроме того, любые подвижки от выстрела к выстрелу перекрестия оптического прицела внутри прицела вызовут некоторые ошибки прицеливания.



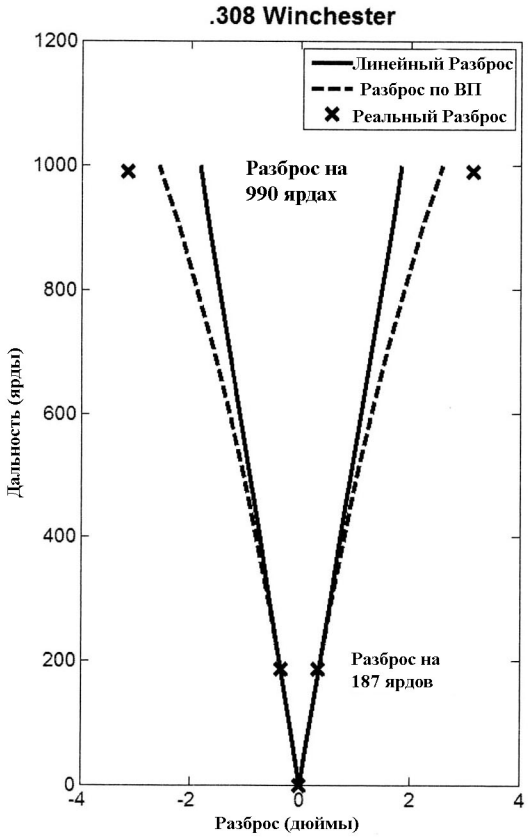
	187 ярдов	990 ярдов
Реальный разброс	1.0”	7.5”
Линейный разброс	1.0”	5.3”

Рисунок 11.6. Сравнение моделей разброса.

Показанный выше пример с пулями .30 калибра с высоким и низким сопротивлением показал нам идею того, как проецируется разброс, зависящий от времени полета, на большие дальности. Как этот прогноз сравним с реальностью? В Главе 8 я представил результаты эксперимента, проводимого для измерения понижения пули на большой дальности. Часть того эксперимента состояла в том, чтобы измерить траекторию пули на двух расстояниях (187 и 990 ярдах). Группа из 5 выстрелов отстреливалась из двух винтовок, и измеренное понижение сравнивалось с понижением, предсказанным баллистической программой, и оказалось, что они хорошо совпали. Мы можем использовать данные из этого эксперимента, чтобы посмотреть, как сравним реальный разброс для пуль от 187 до 990 ярдов с прогнозом, сделанным исходя из линейной проекции разброса пуль, и прогнозом, сделанным на основе зависимости разброса пуль от времени их полета.

На Рисунке 11.6 показаны результаты этого сравнения для .260 Remington с 142-грановыми пулями Sierra MatchKing. Для этого анализа разброса анализировался только разброс в горизонтальной плоскости. Разброс в вертикальной плоскости осложнен вариациями дульной скорости.

В случае 260 Remington, двумя выстрелами, отклонившимися сильнее всего (по горизонтали) в группе были выстрелы 1 и 5. На 187 ярдах, выстрелы 1 и 5 отстояли друг от друга на 1″. Если бы этот разброс проецировался *линейно*, до 990 ярдов, она привела бы: 1 дюйм умножить на 990/187 = 5.3″ расстояния между этими двумя выстрелами. Чтобы спроецировать разброс на основе времени полета, вам вначале нужно рассчитать *скорость* отклонения на 187 ярдах. На 187 ярдах пули отклонились на 1 дюйм, и время полета пуль составило 0.2036 секунды. Поэтому выстрелы отклонялись со скоростью 1 дюйм/0.2036 секунды, или 4.91 дюйм в секунду. На 990 ярдах время полета составило 1.3897 секунды, так что можно ожидать, что пули отклонятся друг от друга на 4.91 дюйма в секунду умножить на 1.3897 = 6.8 дюйма. Реальное расстояние между пробоинами от выстрелов 1 и 5 на 990 ярдах составило 7.5″, что больше прогнозов как *линейного,* так и *по времени полета,* но оно ближе к прогнозу по *времени полета.* Чтобы быть точным, скажу, что реальный разброс оказался на 9% выше разброса, спрогнозированного по *времени полета,* и на 29% больше прогноза, основанного на *линейном разбросе.* Существует множество причин того, почему наблюдаемый разброс спрогнозирован неточно. Первым в списке вечно присутствующий джокер – ветер.



	187 ярдов	990 ярдов
Реальный разброс	0.69”	6.3”
Линейный разброс	0.69”	3.7”
Прогноз по ВП	0.69”	5.1”

Рисунок 11.7. Сравнение моделей разброса.

Помните, что был попутный ветер примерно в 8 миль/ч во время того теста. Ветер никогда не бывает на 100% устойчивым, поэтому вариации в Точках Попадания от выстрела к выстрелу, обусловленные различиями в скорости ветра и его направлении вполне возможны, и могли увеличивать разброс выше проецируемого. Если вы вернетесь к Главе 8, и посмотрите на точки попадания этих выстрелов, вы сможете увидеть, что на 990 ярдах выстрелы 1 и 5 не были самыми удаленными друг от друга. Выстрелы № 2 и 3 оказались смещенными влево от своих положений на 187 ярдах. Для данного анализа, важно посмотреть на эти два выстрела на обеих дистанциях.

Тот же самый тест был повторен с .308 Winchester с использованием 155.5-грановых пуль Berger Fullbore. В этой группе из 5 выстрелов, выстрелы 2 и 3 были самыми далеко отстоящими (по горизонтали) на 187 ярдах, и они же оказались самыми отстоящими на 990 ярдах. На 187 ярдах, разброс между выстрелами 2 и 3 составил 0.69 дюйма. Время полета пули на 187 ярдов составило 0.1994 секунды, что означает, что пули отклонялись со скоростью 3.46 дюйма в секунду. Эти пули достигли 990 ярдов за 1.474 секунды. Если бы пули сохранили свою первоначальную скорость отклонения, они бы отклонились на: 3.46 (дюйма в секунду) умножить на 1.474 (секунд) = 5.1 дюйма на 990 ярдов. Выстрелы 2 и 3 показали измеренный горизонтальный разброс в 6.3 дюйма на 990 ярдов. Если спроецировать 0.69 дюйма разброса на 187 ярдах *линейно* на 990 ярдов, то проецируемый разброс должен был бы составить 3.7″. Другими словами, реальный разброс оказался на 19% большим, чем прогноз, сделанный исходя из *времени полета,* и на 41% большим, чем сделанный на основе *линейного разброса.*

Как было сказано ранее, тот факт, что реальный разброс оказался большим, чем ожидалось на основании времени полета, означает, что некоторые другие переменные повлияли на разброс (возможно, ветер). Если бы этот эксперимент проводился в идеальных (без ветра) кондициях, я полагаю, что реальный разброс на большой дальности оказался бы между линейным и по времени полета прогнозам. Если бы реальный разброс на большой дальности оказался более близким к линейному прогнозу, то вы могли бы сделать вывод о том, что большая часть разброса винтовки обусловлена ошибкой прицеливания (угловой). Если бы разброс оказался более близким к прогнозу, сделанному на базе времени полета, то большая часть этого разброса была бы больше связана с динамикой запуска винтовки/пули.

В предыдущих примерах я показывал промежуточный шаг в расчете скорости разброса пули для иллюстрации природы этого типа разброса. Но существует и более простой способ, который вы можете использовать для проецирования разброса. Вы можете просто умножить разброс на короткой дальности на отношение *времени полета* от короткой к большой дальности. Например, для случая с .308 Winchester, время полета на 187 и 990 ярдов составляет 0.1994 секунды и 1.474 секунды, соответственно. Вы можете просто умножить 0.69 дюйма разброса на 187 ярдах на 1.474/0.1994 = 5.1 дюйма.

Приведенные ниже пункты подводят итог того, где мы находимся в нашем изучении разброса на данный момент.

- Существует два фундаментально различных источника разброса:
  - Угловой разброс, который линеен по дальности и обусловлен, в основном, неидеальным прицеливанием.
  - Разброс, происходящий от динамики запуска винтовки/пули. Так как разброс этого рода действует, наводя начальную скорость на пулю в случайном направлении, он пропорционален *времени полета* пули.
- Причина, по которой группу в 10 дюймов отстрелять на 1000 ярдов намного труднее, чем отстрелять 1-дюймовую группу на 100 ярдов, состоит в том, что большая часть разброса винтовки обычно обусловлена динамикой запуска, и этот разброс пропорционален *времени полета.* Время полета всегда более чем в 10 раз больше на 1000 ярдов, чем на 100 ярдов.
- Так как большая часть разброса обусловлена динамикой запуска, очень важно сфокусироваться на различных аспектах платформы, включая: жесткость ствола, вес винтовки, как винтовка направляется во время отката (в мешках с песком, на сошке или из положения лежа с поддержкой и т.д.)

Вот таковы причины того, почему винтовка может иметь *больший* чем линейный разброс с дальностью. Возможно ли иметь разброс, который будет *меньшим,* чем линейный с дальностью? Другими словами, возможно ли, что винтовка будет стрелять 1-дюймовые группы на 100 ярдов и 1.5-дюймовые группы на 200 ярдов?

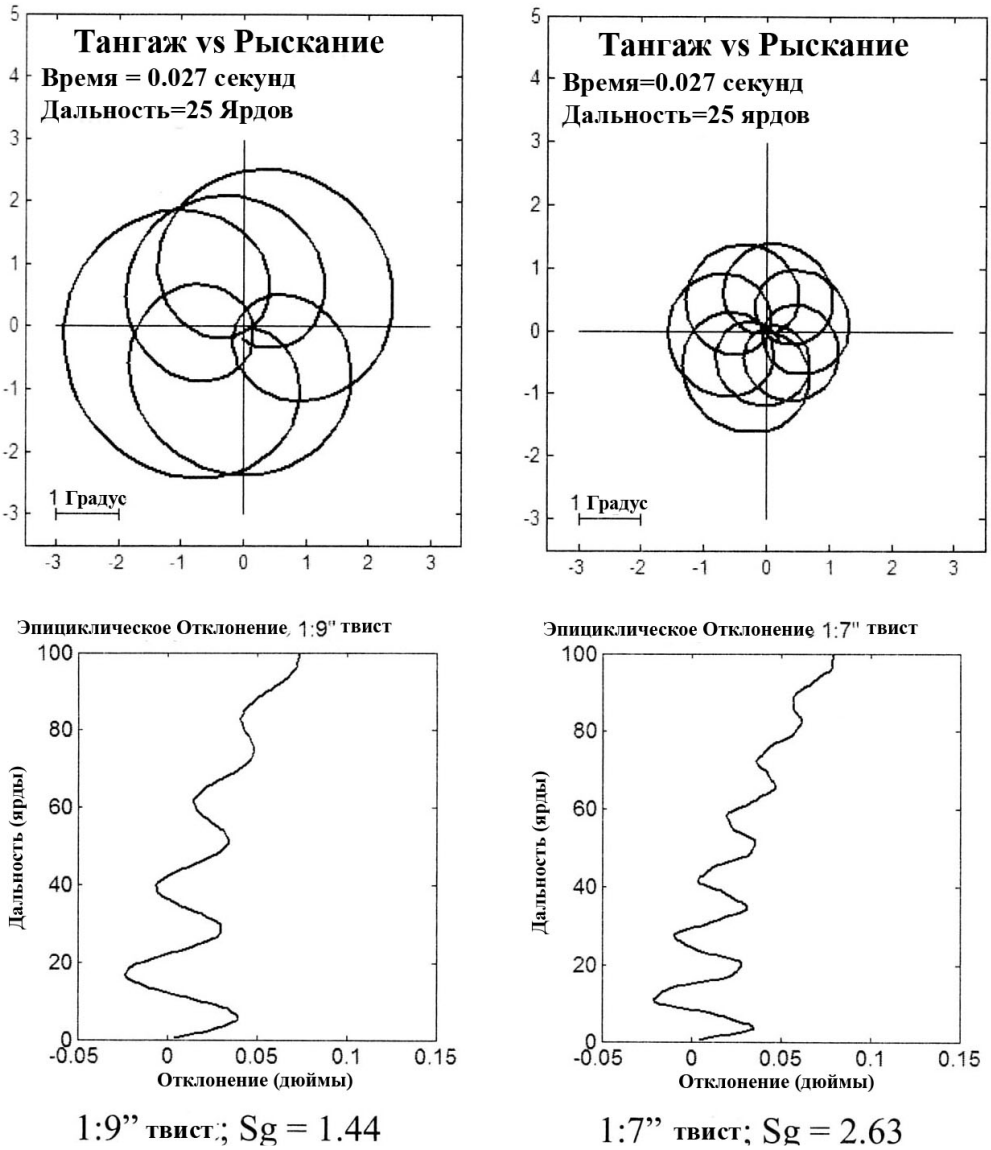
Этот вопрос был темой *очень* горячих дебатов, в которых участвовали стрелки на большие дальности. Многие стрелки говорили, что имеют винтовки, способные показывать на больших дальностях группы, которые *по угловому размеру* меньше, чем группы на коротких дальностях. Критические мнения на эту тему утверждают, что для неуправляемых пуль невозможно «сходиться» по мере их полета, но реальных свидетельств этого слишком много, чтобы их игнорировать. Почти все видели винтовку, знают кого-то, кто клянется, что у него есть винтовка, стреляющая меньшие в угловых величинах (MOA) группы на большие дальности, чем на короткие. И этот вопрос, определенно, требует исследования.

Во внешней баллистике существует механизм, который, вероятно, может приводить к эффекту, наблюдавшемуся таким большим количеством стрелков. Этот эффект называется *эпициклическим отклонением от курса.* Эпициклическое отклонение от курса – это витиеватое обозначение траектории полета, имеющей форму штопора. Если пуля была запущена с некоторым начальным движением тангажа и/или рыскания, пуля будет гасить наведенное возмущение посредством прецессии (если пуля обладает адекватной гироскопической стабильностью). За время, пока пуля гасит свои колебания, нос пули *прецессирует* вокруг усредненной траектории полета по кривой, называемой *эпициклом.* Когда носик пули направляется во все стороны по окружности, он просто *направляет* пулю по штопорообразной траектории. Это отклонение в виде спирали штопора от естественной траектории полета пули называется *эпициклическим отклонением от курса.* По мере полета пули к мишени и затуханию прецессии, пуля плавно возвращается на естественную траекторию полета.

В соответствии с приведенным выше объяснением может показаться, что эпициклическое отклонение от курса может быть ответственным за то, что винтовка стреляет большие в угловом исчислении группы на ближних дальностях, чем на больших дальностях. Тем не менее, более пристальное изучение величины эпициклического отклонения от курса указывает на то, что этот эффект слишком мал, чтобы быть заметным, даже если углы конусообразного движения пули велики. Для типичных пуль, отстреливаемых с начальными скоростями тангажа/рыскания, радиус эпициклического отклонения в своем максимуме составляет всего от 0.02 до 0.04 дюймов на первых 100 ярдах. Если пуля динамически стабильна, как большинство пуль на сверхзвуковых скоростях, то она будет гасить свои колебания, и ее радиус отклонения упадет почти до нуля на первых 200 ярдах. На Рисунке 11.8 изображено

движение тангажа и рыскания для 7-мм 180-грановой пули Berger VLD, выстреливаемой со скоростью 2800 фт/с из стволов с твистами 1:9″ и 1:7″ с начальной скоростью рыскания 25 радиан в секунду (1.432 градуса в секунду). Графики сверху показывают *углы*, образуемые осью пули при ее прецессировании, *а не реальная траектория полета пули.* Графики зависимости рыскания от тангажа показывают угловое движение пули на первых 25 ярдах ее полета.

Как вы можете видеть с правой стороны Рисунка 11.8, быстрее вращающаяся пуля с большей гироскопической стабильностью завершает циклы своей прецессии с *большей частотой,* чем медленнее вращающаяся, менее стабильная пуля слева. Когда пуля выстреливается из ствола с более медленным твистом 1:9″, она достигает максимального угла в 3 градуса на первом цикле рыскания от начального *отклонения носика* 25 радиан в секунду. Когда пуля выстреливается из ствола с более быстрым твистом 1:7″, она достигает максимального угла рыскания всего в 1.6 градуса. Более быстрая частота прецессии и более низкие амплитуды тангажа/рыскания – это симптомы повышенной гироскопической стабильности.



1:9” **твист**; Sg = 1.44 1:7” **твист**; Sg = 2.63

Рисунок 11.8. Эпициклическое отклонение от курса влияет на траекторию очень слабо, и только на ближних дальностях.

В обоих случаях нос пули крутится вокруг траектории полета настолько быстро, что пуле не хватает времени, чтобы сбиться слишком далеко с курса. Другими словами, когда носик пули направлен вправо, пуля генерирует подъемную силу в этом направлении. Спустя

очень короткий интервал времени, носик пули оказывается направленным влево, вызывая возникновение подъемной силы в этом направлении. *Высокая частота прецессии пули и тот факт, что пуля не может генерировать слишком большой подъемной силы, свидетельствуют об очень небольшом радиусе эпициклической спирали.* Графики в нижней половине Рисунка 11.8 – это вид сверху на траекторию пули при ее полете к мишени. Вы можете видеть, что наибольшая величина *отклонения* пули в сторону составляет около 0.04 дюйма для пули с медленным вращением, и четь меньше для пули с быстрым вращением. Это максимальное отклонение возникает на расстоянии всего от 3 до 5 ярдов от дульного среза. Ко времени, когда пуля достигнет 100 ярдов, радиус этого отклонения уменьшится до величины, которую невозможно измерить. Вы можете видеть, что обе траектории *изогнуты* вправо, при эпициклических отклонениях в обе стороны. Итоговый изгиб траекторий обусловлен гироскопическим сносом (деривацией), и он равен на 100 ярдах около 0.06 дюймам для пули с медленным вращением и около 0.08 дюймам для пули с быстрым вращением.

Эти графики показывают, что даже на 100 ярдах эпициклическое отклонение от курса уже незаметно на фоне менее чем до 0.1 дюйма деривации, так что его величина действительно очень мала.

Размеры и частоты этого явления будут немного отличаться для каждой пули и каждого уникального угла начального рыскания, но длинная 7-мм 180-грановая VLD, смоделированная здесь, это пуля, генерирующая относительно высокие величины отклонения из-за свое длины (подъемной силы) и более медленных чем обычно циклов прецессии.

Таким образом, нужно отметить, что механизм эпициклического отклонения от курса не может являться ответственным за наблюдаемые систематические случаи отстрела меньших угловых групп на больших дальностях. Радиус отклонения просто слишком мал. Я полагаю, что ответ на загадочное *уменьшение групп* лежит в области оптики.

Параллакс – это оптическое явление, влияющее на видимую точку прицеливания, наблюдаемую через оптический прицел. Параллакс – проблема, зависящая от дальности. Если оптический прицел настроен на устранение параллакса на близкой дальности, он будет вносить ошибку в прицеливание на большой дальности, и наоборот. Большинство серьезных оптических прицелов, используемых для стрельбы на большие дальности, имеют устройства регулировки параллакса, позволяющие стрелку практически *обнулять* параллакс на заданной дальности. Оптические прицелы без отстройки параллакса обычно настраиваются на отсутствие параллакса на *бесконечности*, что означает, что на ближних дальностях, на первой паре сотен ярдов, оптический прицел будет иметь некоторый параллакс, который будет вносить ошибку прицеливания по мишеням, расположенным близко. При стрельбе по мишеням на больших дальностях с использованием этого оптического прицела, параллакс будет меньшим, и ошибка прицеливания также уменьшится. Для оптических прицелов, оснащенных устройством отстройки параллакса, может оказаться, что отстройка выполнена неправильно, и это будет вызывать похожие ошибки прицеливания на заданной дальности. Более того, ошибки в точке прицеливания, в основном, более чувствительны к параллаксу на ближних дальностях, чем на дальних. Это становится очевидным, если посмотреть на величину поправки на параллакс на оптическом прицеле. Чтобы исправить параллакс от 20 до 100 ярдов, нужно сделать полный оборот объектива, но от 400 до 600 ярдов – всего около ¼ оборота.

Вывод по данной проблеме: *если винтовка стреляет 1-дюймовые группы на 100 ярдов и 1.5-дюймовые группы на 200 ярдов, я полагаю, что это из-за ошибки прицеливания, обусловленной параллаксом на ближней дальности.*

Чтобы протестировать эту теорию, нужно взять винтовку, которая систематически стреляет меньшие в угловом размере группы на большой дальности, и отстрелять из нее через две мишени одну и ту же группу выстрелов. Получив одну и ту же группу выстрелов на двух дальностях, можно будет измерить прирост группы и определить реальную природу разброса. Этот эксперимент можно будет повторить как для ближней, так и для дальней то-

чек прицеливания, чтобы определить, позволяет ли дальняя точка прицеливания добиться меньших групп на обеих дальностях.

Глава 12: Примеры Анализа Характеристик

В этой главе будет представлен типичный сравнительный анализ характеристик двух пуль в качестве примера. Цель данного анализа характеристик – определить, какая из двух пуль *лучше подходит* для конкретного применения. Для представления данного примера было выбрано применение стрельбы из положения лежа на большие дальности. Вопрос, на который должен ответить данный анализ характеристик, следующий: какая пуля *лучше подходит* для стрельбы из положения лежа на большие дальности: 168-грановая Berger VLD или 180-грановая VLD и почему? Анализ будет сфокусирован на компромиссе между весом и дульной скоростью, и ветровой снос будет использован в качестве основной меры баллистических характеристик для ответа на вопрос, какая из пуль *лучше.* Хотя в данном анализе данные пули используются в качестве примера, принципы анализа характеристик могут быть применены к любым исследуемым пулям. В некоторых местах этой главы обсуждение будет выходить за рамки обозначенной темы. Это сделано намеренно, чтобы вспомнить некоторые элементы, представленные в Части 1 данной книги.

Вступление

Berger в настоящее время выпускает две пули в калибре 7 мм: 168-грановую VLD и 180-грановую VLD. Профили низкого сопротивления этих пуль делают их очень привлекательными вариантами для стрельбы на большие дальности. Разносторонность этих пуль простирается от охоты на крупную дичь до тактической стрельбы, а также от соревнований по дальнему Бенчресту до любых других соревнований, включая стрельбу из положения лежа NRA на большие дальности и стрельбу F-класс на очки. Начнем этот анализ с представления баллистических свойств и измеренных характеристик этих двух пуль в общем смысле, то есть я имею в виду то, что данная информация применима ко всем типам стрельбы, в которых могут использоваться эти пули. Позже в этом анализе мы сравним баллистические характеристики этих двух пуль для конкретного применения стрельбы на большие дальности из положения лежа в медленном темпе по версии NRA.

Конструкция Пуль

На Рисунках 12.1 и 12.2 показаны образмеренные чертежи рассматриваемых в данном анализе пуль, наряду с их измеренными данными по сопротивлению и БК. Данные, содержащиеся на рисунках, взяты прямо из Части 3 этой книги, и подобные данные доступны более чем для 175 пуль, предназначенных для стрельбы на большие дальности.

Обратите внимание на очень агрессивный профиль секантного оживала конструкции VLD. Эта конструктивная особенность представляет компромисс, который очень хорошо известен многим стрелкам. Секантное оживало большого радиуса великолепно подходит для уменьшения сопротивления; тем не менее, известно, что потенциальный размер групп, отстреливаемых пулями VLD, очень чувствителен к глубине посадки. Стрелки, желающие использовать преимущества, обеспечиваемые низким сопротивлением пуль VLD, должны с особой аккуратностью выбирать глубину посадки для этих пуль.

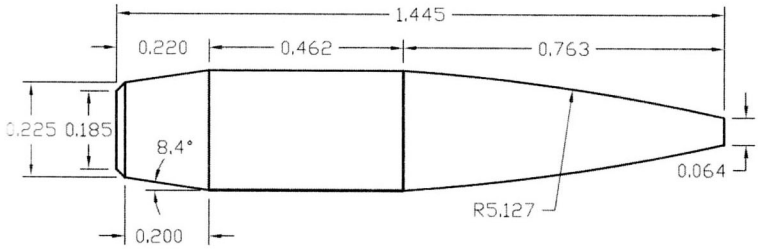
При одновременном рассмотрении этих пуль видно, что боаттэйлы и оживала этих двух пуль очень похожи. Единственным конструктивным отличием между ними является длина ведущей поверхности. Ведущая поверхность 180-грановой пули на 0.079″ длиннее, чем 168-грановой пули, и общая длина на 0.080″ длиннее. Некоторые мелкие различия видны из чертежей. К примеру, разница в 0.7 градуса в углах боаттэйла, разница в 0.001″ в длине оживала, разница в 0.4 калибра в радиусе оживала, и разница в 0.005″ в диаметре мепла.

Важно отметить, что размеры на этих чертежах были непосредственно измерены мною для пуль из партий указанных номеров. Измерения проводились на токарном станке с помощью индикаторной головки, и я не настаиваю на их идеальной точности. Неопределенность размеров на чертежах не важна для оценки характеристик этих пуль, я сказал это лишь для того, чтобы подтвердить, что измеренный мною БК привязан к пулям данного номера партии, с данными номинальными размерами.

Свойство, которое скорее всего будет изменяться от партии к партии пуль, это диаметр мепла (это верно для любого брэнда). Ближе к концу этой статьи будет представлена таблица, показывающая как может изменяться БК в зависимости от варьирования диаметра мепла. Результаты моих тестов действительны для диаметров мепла, показанных на чертежах, которые являются средними значениями этого параметра для тестировавшейся партии.

Наблюдения о том, что обе эти пули имеют одинаковые конструкции боаттэйлов и оживал, свидетельствуют о том, что они должны иметь близкие форм факторы. Они имеют ведущие поверхности различной длины, но *из всех параметров конструкции пуль, длина ведущей поверхности оказывает наименьшее влияние на форм фактор.*

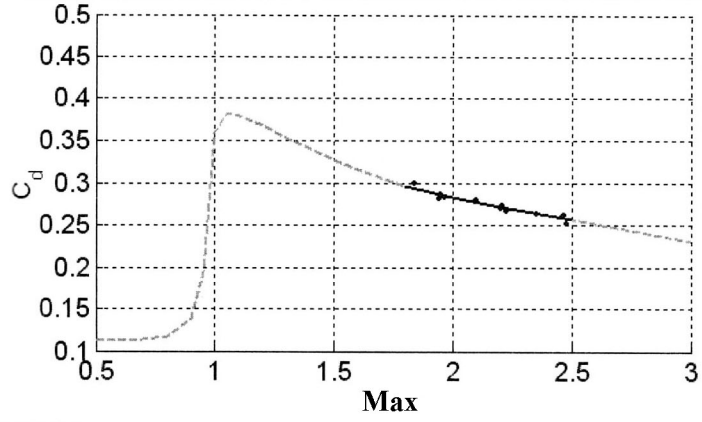
68-грановая пуля Berger VLD .284 калибра



Размеры для партии №899

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**18.05 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.298 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.57**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с/Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.335	0.914	0.326	0.508	0.586
2000 / 1.79	0.297	0.946	0.314	0.476	0.625
2500 / 2.23	0.270	0.948	0.314	0.476	0.625
3000 / 2.68	0.249	0.959	0.310	0.470	0.633
Средние:		**0.942**	**0.316**	**0.483**	**0.617**
Вариации:		**0.046**	**0.015**	**0.038**	**0.047**

Рисунок 12.1. Измеренные сопротивление и БК для 168-грановой Berger VLD.

Вот три основных компонента аэродинамического сопротивления, действующего на пулю: (ударное) волновое сопротивление, донное сопротивление и сопротивление поверхно-

стного трения. Сопротивление ударной волны составляет большую часть сопротивления, и на него, в основном, влияет длина и форма оживала, включая диаметр мепла. Донное сопротивление – второй по значимости компонент сопротивления, и оно может быть уменьшено посредством правильно разработанного боаттэйла. Сопротивление поверхностного трения – наименее важный компонент сопротивления, и оно пропорционально площади намокания пули. Различия между этими двумя пулями, которые должны влиять на форм фактор больше всего, это диаметр мепла и длина ведущей поверхности. Форм-фактор более длинной 180-грановой пули будет лучшим из-за меньшего диаметра мепла, чем у 168-грановой пули[11], но увеличенная длина увеличивает область намокания и сопротивление поверхностного трения. Эти взаимно уравновешивающие эффекты приводят к очень близким форм-факторам для этих двух пуль.

Интерпретирование Измеренных Тестовых Данных

180-грановая VLD – это пуля, которой лично я стреляю на соревнованиях (на большие дальности из положения лежа), поэтому она была протестирована больше, чем более легкая 168-грановая VLD. У меня собрались данные для 17 выстрелов 180-грановой VLD, и для 5 выстрелов 168-грановой VLD. Если данные чистые, то 5 выстрелов, обычно, это все, что требуется для определения БК с очень хорошей точностью. Количество выстрелов, сделанных для определения сопротивления и БК, приводится в параметре *размер выборки* под образмеренным чертежом на Рисунках 12.1 и 12.2. Также вы можете получить идею о количестве и однообразии данных, если взглянете на экспериментальные точки на кривой сопротивления, расположенной ниже на графике на Рисунках 12.1 и 12.2. Несмотря на то, что 168-грановой VLD было сделано всего 5 выстрелов, данные измерения лишь немного «пляшут», что указывает на то, что БК измерен надежно. 180-грановая VLD была протестирована в два различных дня, с разницей в 3 месяца. Первый тест включал образцы с подрезанным, недоработанным и заостренным мепла. Данные с двух дней тестирования для недоработанных мепла показаны вместе на Рисунке 12.2, и они согласуются с разницей до 1%.

Так как конструкции оживал у этих двух пуль одинаковые, влияние подрезки и заострения мепла на форм фактор 180-грановой VLD в равной мере применимы к 168-грановой VLD. Благодаря этому мы можем понять влияние доработки мепла на БК для 168-грановой VLD.

Жирная черная часть кривой сопротивления на Рисунках 12.1 и 12.2 – это диапазон скоростей, в котором в действительности и измерялось сопротивление воздуха. Серая пунктирная линия показывает, как проецируется профиль кривой сопротивления G7 по обе стороны от измеренных данных.

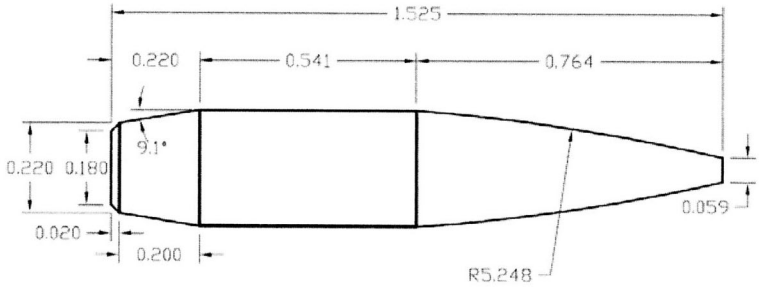
В соответствии с числами на Рисунке 12.1 для 168-грановой VLD, оказывается, что форм фактор G7 (i_7) изменяется больше, чем форм фактор G1 (i_1). На самом деле, *процент* вариации G7 меньше, чем *процент* вариации G1 (4,9% вариации для G7 против 7,9% для G1), и это значит, что стандарт G7 лучше подходит для этой пули, чем стандарт G1. Для 180-грановой VLD накоплено больше данных в более широком диапазоне скоростей, что позволило нам лучше описать кривую сопротивления и вариации БК. В результате мы имеем намного меньшие вариации форм фактора G7 и БК, чем G1. В реальности, вариации форм фактора G7 для 168-грановой VLD, вероятно, будут более близкими к тем, что показаны для 180-й, но это не так очевидно следует из имеющихся данных, потому что всего 5 выстрелов было сделано, и они занимают не такой большой диапазон скоростей, как данные для 180 VLD.

Стоит напомнить, что форм фактор G7 ниже 0.95 считается очень низким. Эти VLD, 175-грановая Sierra MatchKing и 162-грановая Hornady Amax – это 4 тяжелые пули в калибре 7 мм, имеющие форм фактор G7 ниже 0.95. Такое наличие тяжелых пуль низкого сопротивления в 7 мм делает этот калибр превосходным для стрельбы на большие дальности. В 6.5

[11] Не конструктивно, это последствия применяемых производственных допусков.

мм 3 пули имеют форм фактор G7 ниже 0.95, и много пуль – около 0.96. В .243 калибре всего 2 пули имеют форм фактор G7 в 0.95. В .308 калибре ни одна из протестированных пуль не имеет форм фактора G7 ниже 0.95. Самая ближайшая – 208-грановая Hornady Amax имеет 0.967. Я думаю, что такой недостаток пуль низкого сопротивления в .30 калибре отыграл свою роль в падении популярности этого калибра в пользу меньших калибров в последние годы.

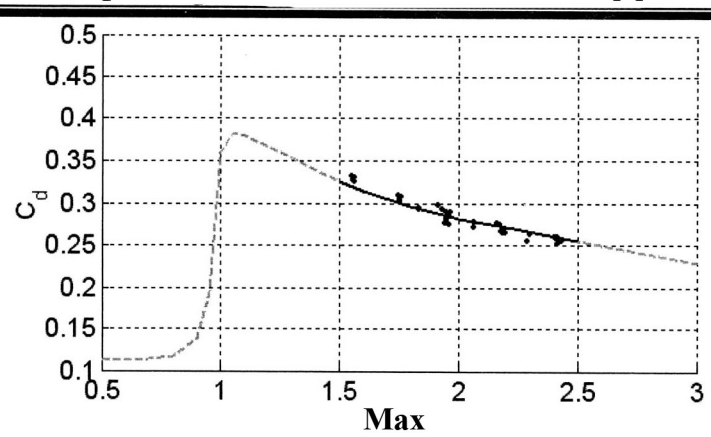
180-грановая Berger VLD .284 калибра



Размеры сняты с партии №508

Размер выборки:	**17**	**Радиус Оживала:**	**18.48 калибра**
Поперечная Нагрузка:	**0.319 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.54**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.355	0.967	0.330	0.538	0.593
2000 / 1.79	0.301	0.962	0.331	0.484	0.659
2500 / 2.23	0.266	0.934	0.341	0.469	0.679
3000 / 2.68	0.239	0.921	0.346	0.451	0.706
Средние:		**0.946**	**0.337**	**0.486**	**0.659**
Вариации:		**0.047**	**0.017**	**0.086**	**0.113**

Рисунок 12.2 Измеренные сопротивление и БК для 180- грановой Berger VLD.

В предыдущем разделе мы обсудили сходства в конструкциях этих двух пуль, и сделали предположение о том, что измеренные форм факторы также должны быть очень близкими. Вы можете видеть из Рисунков 12.1 и 12.2, что измеренные форм факторы оказались очень даже близкими: 0.942 и 0.946. Такое соответствие оказалось очень даже впечатляющим, потому что мои измерения не обеспечивают подобной точности! Более искренним способом доложить результат измерения форм факторов был бы следующий: 0.942 (+/- 0.01) в сравнении с 0.946 (+/- 0.01). В свете погрешности измерений в +/- 1%, мы можем сказать, что эти две пули имеют, для всех практических целей, *одинаковый* форм фактор, что было ожидаемо исходя из их конструкции.

Так как форм факторы одинаковы, разница в БК между этими двумя пулями будет полностью обусловлена большим весом более тяжелой. Помните формулу для БК:

$$\text{БК} = \frac{\text{вес пули} / 7000}{\text{кал}^2 \cdot i}\left(\frac{\text{фунт}}{\text{дюйм}^2}\right)$$

Где:
вес пули = вес пули в гранах
кал = калибр пули в дюймах
i = форм фактор (G1 или G7)

Использовав значение форм фактора G7 0.942 для 168-грановой VLD, получим G7 БК 0.316 фунт/дюйм^2. Мы можем спроецировать БК более тяжелой пули, просто умножив G7 БК более легкой пули на соотношение их весов, вроде этого: 0.316 (фунт/дюйм^2)*180/168 = 0.339 фунт/дюйм^2. Использовав реально измеренный форм фактор для 180-грановой VLD получаем G7 БК 0.337 фунт/дюйм^2, что очень хорошо согласуется с пропорцией масштабирования.

Понимание компонентов БК может быть очень полезным знанием. БК традиционно считается загадочным и противоречивым числом, но когда он используется правильно, и привязывается к правильному стандарту (G7 для дальнобойных пуль), он в действительности оказывается достаточно простым и предсказуемым.

К примеру, как показано выше, БК рассчитывается с использованием поперечной нагрузки и форм фактора. Поперечная нагрузка – довольно проста для понимания, это просто вес пули (в фунтах), деленный на калибр (в дюймах) и возведенный в квадрат. Теперь, чтобы получить БК, вам нужен только форм фактор. Форм факторы, привязанные к стандарту G1, являются не очень интуитивно понятными для дальнобойных пуль, и они сильно варьируются в зависимости от скорости пули. Но при использовании стандарта G7, форм факторы варьируются только от 0.94 до 1.12, и они не изменяются со скоростью. Пуля с профилем 155-грановой Lapua Scenar .30 калибра имеет форм фактор, очень близкий к 1.0, потому как ее форма очень похожа на стандартный снаряд G7. Более обтекаемые пули имеют меньший форм фактор, и наоборот, но диапазон разброса значений довольно невелик; от .94 для очень обтекаемых пуль до 1.12 для плохо обтекаемых пуль. Вооружившись этой информацией и ручным калькулятором, вы можете *предположить* форм фактор лишь по профилю пули, и рассчитать G7 БК, который может оказаться более точным, чем заявленный производителем! Все больше и больше современных баллистических программ предлагают возможность ввода БК, привязанных к различным стандартам, включая G1 и G7. Тем не менее, для дальнобойных пуль G7 всегда будет самым лучшим вариантом. После тщательного изучения данных из части 3 этой книги, вы начнете очень хорошо понимать взаимосвязь между формой пули и форм фактором G7.

Доработки мепла (носика пули)

Для данных пуль были изучены эффекты от подрезки и заострения мепла. Тем, кто не знаком с этими процедурами, привожу краткое объяснение. Подрезка мепла – это процесс подрезки рваных краев носиков пуль до гладкого одинакового диаметра. Цель процесса состоит в устранении вариаций БК от пули к пуле, обусловленных различиями в носиках. Недостаткой подрезки мепла является то, что носики пуль оказываются чуть большими, что несколько уменьшает средний БК. Заострение мепла – это процесс, при котором пуля впрессовывается в матрицу, имеющую вкладыш сверху, сжимающий носик пули до меньшего диаметра. Таким образом, большое мепла можно сделать чуть меньшим. В результате получается увеличенный и более однообразный БК. В Таблице 12.1 показано влияние подрезки и заострения мепла на G7 БК этих двух пуль Berger.

	168-грановая VLD		180-грановая МДВ	
	Мепла	**$БК_{G7}$ (фунт/дюйм^2)**	**Мепла**	**$БК_{G7}$ (фунт/дюйм^2)**
Подрезанное[12]	0.084″	0.309	0.097″	0.324
Номинальное	0.068″	0.315	**0.062″**	**0.336**
	0.064″	**0.316**	**0.059″**	**0.337**
	0.060″	0.317	0.055″	0.338
Заостренное	0.044″	0.323	**0.039″**	**0.344**

Таблица 12.1. Влияние подрезки и заострения мепла. Числа, выделенные жирным шрифтом, указывают на реально тестировавшиеся размеры мепла.

К этому моменту мы хорошо рассмотрели исследуемые пули. У нас появилось достаточно информации о БК этих пуль и о том, чего ожидать от доработок мепла, вроде подрезки и заострения. После получения этих фундаментальных данных, мы можем приступать собственно к анализу характеристик. Все шаги, предпринятые до этого момента в анализе, являются универсально применимыми, независимо от стрелкового применении. Далее анализ будет сфокусирован на конкретном применении – соревнованиях по стрельбе лежа в медленном темпе на большие дальности (1000 ярдов) по версии NRA. Если ваше применение иное, шаги, которые потребуется предпринять для изучения характеристик этих пуль, будут иными. К примеру, если вы захотите сравнить эти пули для охотничьих применений, очень важным фактором будет являться кинетическая энергия пуль. Тем не менее, в настоящем анализе КЭ не играет особой роли.

Какова Ключевая Мера Баллистических Характеристик для данного Применения?

Существует множество мер баллистических характеристик, которые рассматриваются в зависимости от применения. *Наиболее важной частью анализа баллистических характеристик является определение и выбор наиболее важной из них для намеченного применения.* Одной из часто допускаемых ошибок является мнение о том, что настильность траектории является универсально важным мерилом качества в стрельбе. Стрелки болтают о том, как слабо их пули поднимаются выше линии прицеливания на пути к мишени. А я буду сидеть за ними, подсчитывая их результаты, а они будут говорить, «черт, а как же настильно эти заразы стреляют», как если бы очки зачислялись только за настильность траектории. Да, мой слух немного подсел, но я никогда е слышал никакой музыки лимбо на матчах по стрельбе из винтовки! Вы не заработаете призов за то, что ваши пули будут пролетать над планками, расположенными на определенной высоте на пути к мишени. Согласен, настильная траектория может быть симптомом хороших баллистических характеристик, но она не важна сама по себе при стрельбе на известные дальности. Если вы сфокусируетесь на неверных мерилах характеристик для вашего применения, вы можете, в итоге, принять неверные решения в отношении вашего оборудования. Убедитесь в том, что вы знаете, какие меры действительно важны для вашего применения, и сфокусируйтесь на них.

Я спешу отметить, что существуют и другие факторы в стрельбе по мишеням на большие дальности, лежащие вне области внешней баллистики. Например, возьмем потенциальную группируемость пули. Это комбинация контроля качества при производстве пуль, а также соответствие ствола/пули, практики релоадинга и т.д. Пуля, которую вы выберете для стрельбы на большие дальности, это компромисс многих факторов, включая отдачу, износ ствола, кучность и т.д. *Но сейчас сфокусируемся только на внешнебаллистических характеристиках этих пуль, и это лишь одна из многих вещей, которые необходимо рассматривать при выборе пули.* Существует множество вещей, которые нужно делать правильно за столом для релоадинга, при выработке положения для стрельбы, управлении психическим

[12] Здесь представлена экстремальная величина подрезки. Большое значение этого параметра выбрано для того, чтобы предусмотреть все возможные варианты, и чтобы показать последствия избыточной подрезки.

состоянием, чтении ветра и т.д., чтобы быть успешным в соревновательной стрельбе по мишеням. Эта книга не ставит целью раскрыть все эти темы, а только внешнебаллистические характеристики.

На наивысших уровнях мастерства соревнований по стрельбе из положения лежа на большие дальности NRA, в условиях *отсутствия ветра*, большинство лучших стрелков способны выбивать мишени на больших дальностях чисто (200/200). *Когда ветер дует, результаты начинают падать.* Победители – это стрелки, лучше всего справляющиеся с проблемами, вызываемыми ветром, и теряющие *минимальное количество* очков на этом. *Управление ветром* состоит из множества вещей. Наиболее важной из них является способность оценить влияние ветра и внести точные поправки. Выбор оборудования, обеспечивающего лучшую баллистику – это способ *облегчения сложности* задачи стрельбы в ветер. Ни одна пуля, независимо от того, насколько высокий у нее БК, не сделает простым отстрел высокого результата в сложный ветер. Но выбор оборудования с сильной баллистикой может дать вам чуть больший запас на ошибку, и этого может хватить для того, чтобы разница стала критичной.

Медленная и Тяжелая против Легкой и Быстрой

Две исследуемые пули являются примером классического баллистического сравнения. *Поможет ли увеличенная скорость более легкой 168-грановой VLD компенсировать ее уменьшенный БК в плане ветрового сноса?* Этот вопрос первоначально изучался в одной из предыдущих глав, посвященных ветровому сносу. И ключевая часть того обсуждения была сфокусирована на том, *насколько большую* дополнительную скорость будет иметь более легкая пуля? Чтобы быть искренними, мы предположим равный уровень дульной *энергии* для этих двух пуль, что соответствует равному давлению в патроннике для обеих. Замечание: это НЕ то же самое, что использование одинакового порохового заряда для обеих пуль. Для данного случая я выбрал умеренные уровни давления для 7-мм патронника среднего объема: .284 Winchester. .284 Winchester может комфортно разгонять 180-грановую VLD до 2800 фт/с в стволе длиной от 28″ до 30″. Если принять равенство давления в патроннике и кинетической энергии на дульном срезе (3130 фт-фунтов), то 168-грановая VLD достигнет скорости 2898 фт/с, примем ее равной 2900 фт/с. Используя эти числа, мы можем провести правильное сравнение яблок-с-яблоками для этих двух пуль. Очевидно, что если мы предположим равенство скоростей для этих двух пуль, более тяжелая пуля с большим БК победит без вариантов, но это сравнение будет нечестным. *Вы просто не сможете достичь такой же скорости с более тяжелой пулей, какой достигнете с более легкой пулей при ОДИНАКОВЫХ давлении и длине ствола.* Выполнение такого сравнения с равными дульными *скоростями* (что обычно делается), не будет полным или честным.

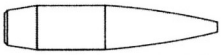
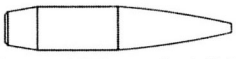
Пуля	Скорость (фт/с)	i7	G7 БК (lb/in^2)	Ветр. Снос
30 cal 155 grain Scenar	3000	0.988	0.236	93.3”
 *7mm 168 grain VLD*	2900	0.942	0.316	64.2”
 *7mm 180 grain VLD*	2800	0.946	0.337	62.3”

Таблица 12.2. Ветровой снос для поперечного ветра в 10 миль в час на 1000 ярдах в стандартных атмосферных условиях.

Полученный в результате ветровой снос для этих двух пуль на соответствующих скоростях (оцененных по Формуле 5.3), показан в Таблице 12.2. Для целей сравнения показана 155-грановая пуля Lapua Scenar Palma .30 калибра, имеющая форм фактор, очень близкий к стандартному снаряду G7.

Интересно отметить, что 155-грановая пуля Palma на 3000 фт/с имеет почти такую же дульную скорость, что и .284 Winchester (3095 фут-фунтов для Palma против 3130 фут-фунтов для .284). Но стоит отметить, что заряд Palma – достаточно горячий заряд для .308 Winchester, в то время как заряды, представленные для .284, являются намного более умеренными.

Обратите внимание на соотношение между профилями пуль и их форм факторами (i7). Более длинный нос 7-мм VLD – основная особенность, которая опускает форм фактор в область 0.94. Другой способ рассматривать форм фактор происходит от того факта, что *коэффициент сопротивления* пуле с форм фактором G7 в 0.94 составляет 94% от *коэффициента сопротивления* стандартного снаряда на любых скоростях. Форм фактор 7-мм пуль на 6% лучше, чем форм фактор пули Lapua Palma. Тем не менее, баллистический коэффициент для 7-мм пуль оказывается намного более высоким, чем на 6%. Причина в том, что поперечная нагрузка 7-мм пуль больше, чем у пули Palma.

Числа ветрового сноса, приведенные в Таблице 12.2, указывают на то, что 168-грановая и 180-грановая 7-мм пули показывают примерно одинаковый уровень ветрового сноса, если делается честное сравнение (для равных дульных энергий). Также имейте в виду, что один тот факт, что обе пули имеют одинаковую кинетическую энергию на дульном срезе, *не означает*, что отдача для них будет одинаковой. Отдача связана с сохранением импульса, что совсем не то же самое, что кинетическая энергия. *Более тяжелая пуля будет генерировать большую отдачу, если выстреливается с такой же дульной энергией, что и более легкая пуля.* Причина в разнице между кинетической энергией и импульсом, и это лежит за пределами интересов этой книги. Просто знайте, что отдача будет большей для более тяжелой пули в данном сравнении.

Итак, насколько существенная эта разница в ветровом сносе: 64.2″ против 62.3″? Это всего 1.9″ разницы для поперечного ветра в 10 миль/ч на 1000 ярдах, что составляет 3%. *Действительно ли* это достаточная разница для стандартной мишени NRA Long Range с ее большими кольцами очков? Как часто выстрелы ложатся так близко к этой линии, чтобы такое небольшое различие в баллистических характеристиках имело значение? Чтобы пролить немного света на этот вопрос, мы обратимся к моделированию и прогнозированию.

Моделирование и Прогнозирование

Итак, у нас 1.9″ разницы в ветровом сносе для двух пуль. Как это будет сказываться на мишени со временем? Мое решение состоит в имитации отстрела множества матчей из 20 выстрелов на 1000 ярдов в медленном темпе. Чтобы должным образом исследовать влияние 1.9″ разницы в ветровом сносе на 1000-ярдовой мишени, я смоделировал три различных сценария, представляющие различные уровни навыка стрелков. Первое сравнение будет сделано как бы для стрелка- *новичка*, с удержанием ниже среднего, и общей способностью читать ветровые кондиции также ниже среднего. Второй сценарий будет для *среднего стрелка* со средними навыками удержания и средней способностью читать ветер. Последнее сравнение будет представлять *элитного стрелка* с неподвижным удержанием и почти идеальной способностью читать ветер.

A. Сравнение Результатов для Стрелка - Новичка

Итак, как мы смоделируем *новичка*? Конкретные критерии для описания способностей стрелка – новичка спорные. Я имею в виду типичного стрелка – новичка, возможно с разрядом Marksman или Sharpshooter. Я выбрал следующий набор способностей: Оборудование Новичка и удержание им оружия хороши только для отстрела группы размером с кольцо десятки (20″) на 1000 ярдов в условиях отсутствия ветра. Он может оценивать влияние попе-

речного ветра в пределах +/- 5 миль/ч 95% времени[13]. Я предполагаю, что ветра достаточно, чтобы ошибка в +/- 5 миль/ч была возможной. Какой результат получит новичок с такими способностями и с 7-мм пулями, приведенным в Таблице 2? На Рисунке 12.3 показаны три *виртуальные* мишени, характеризующие вероятные результаты новичка этими тремя пулями.

Рисунок 12.3. Это графическое изображение представляет типичную мишень, отстрелянную новичком различными пулями. Средний результат соответствует прогнозированию *виртуального матча* 50 раз. Кстати, кольцо 10 составляет 20″ в диаметре.

Из Рисунка 12.3 видно, что для новичка практически нет разницы между этими двумя 7-мм пулями. Действительно, за курс из 50 сымитированных матчей 168-грановая VLD дает меньший средний результат всего на 1 очко и на 1X. Результаты этих 50 виртуальных матчей варьируются от 155 до 185, и средний результат близок к 170 в обоих случаях. Это показывает, что для стрелка – новичка небольшое превосходство в виде более высокого БК, будет лишь слегка заметно, потому что просто слишком велик *разброс*, чтобы заметить эту небольшую разницу.

Б. Сравнение Результатов для Среднего СТрелка

Я охарактеризую *среднего* стрелка как имеющего уровень от эксперта до мастера, имеющего навыки и оборудование для отстрела 20″ группы в условиях отсутствия ветра. Средний стрелок способен угадывать ветер с точностью +/- 3 мили/ч от его реального значения в 95% случаев. На Рисунке 12.4 показаны прогнозные результаты виртуальных мишеней, отстрелянных средним стрелком, использующим те же самые пули, что и стрелок-новичок из примера выше.

[13] Это означает, что среднеквадратическое отклонение ошибки в оценке ветра составляет 2.5 мили/ч. (+/- 2 среднеквадратических отклонения дает нам 95% интервал уверенности). Предполагаем нормальное распределение для ошибки оценки ветра. Это просто гарантирует то, что экстремальная ошибка будет менее вероятной, чем небольшая ошибка.

Рисунок 12.4. Графически представлена типичная мишень, отстрелянная средним стрелком разными пулями. Средний результат соответствует прогнозу для 20 виртуальных матчей.

Опять же, как и для стрелка-новичка, *средний стрелок не испытает преимущества от стрельбы 180-грановыми VLD в сравнении с 168-грановыми VLD.* Для среднего стрелка *разброс* остается все еще большим, чтобы получить преимущество от более высокого БК такое, чтобы разница была практической. Мы сфокусировались на двух конкретных 7-мм пулях, но этот базовый анализ может быть применен к любым двум пулям, очень близким по ветровому сносу. Вывод – это слишком маленькое различие, чтобы оно было видно на результате. Также помните, что этот анализ применим для конкретной мишени. Другими словами, *мишень с меньшими очковыми кольцами, вроде мишеней F-класса или Бенчреста продемонстрируют легкое баллистическое преимущество более явно, чем мишень с большими очковыми кольцами.*

Пока что мы показали, что новичок и средний стрелки не смогут увидеть различия в ветровом сносе между этими двумя пулями. Как насчет элитного стрелка?

B. Сравнение Результатов для *Элитного* Стрелка

Я опишу элитного стрелка как кого-то, способного стрелять 10″ группу в условиях отсутствия ветра. Другими словами, если эта группа идеально центрирована, элитный стрелок просто сможет побить существующий рекорд по стрельбе на большие дальности (любые прицельные приспособления) в 200-19X в условиях отсутствия ветра. *Элитный* стрелок способен оценивать скорость поперечного ветра с точностью +/- 1 миля/ч для 95% своих выстрелов.

Как вы можете видеть, даже для элитного стрелка мелкое баллистическое преимущество более медленной, с высоким БК, пули оказывается минимальным даже после усреднения результатов 20 виртуальных матчей. Прогнав этот набор данных множество раз, я даже смог получить средние результаты, в которых было легкое преимущество 168-грановой VLD, но в длительной перспективе, 180 VLD набрала очень небольшое преимущество, даже учитывая то, что оно может быть обнаружено только элитными стрелками.

Моделирование и прогнозирование может оказаться рискованным делом, как человека, *выполняющего* моделирование, так и для человека, рассматривающего результаты. Для обоих людей важно понимать ограничения и цель анализа.

Элитный Стрелок

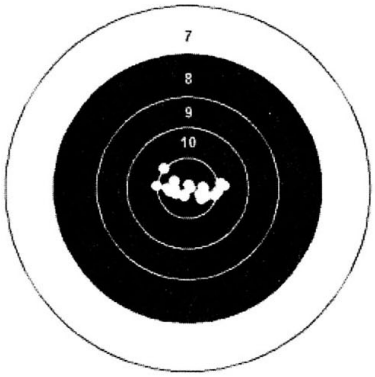
168-грановая VLD	180-грановая VLD
	
Средний Результат: 200-15X	Средний Результат: 200-16X

Рисунок 12.5. Графическое представление типичной мишени, отстрелянной элитным стрелком данными пулями. Средний результат соответствует прогону виртуального матча 20 раз.

Моделирование и прогнозирование, представленное мною здесь, было сфокусировано только на внешнебаллистических характеристиках пуль в конкретном применении стрельбы из положения лежа в медленном темпе на большие дальности NRA. В моем прогнозировании не было учтено влияние: прослабленных ремней или прицельных приспособлений, дерганий при спуске, дождя, пота и/или песка в ваших глазах и на линзах, действия жары, огненных муравьев, застрявших гильз или команд на прекращение огня из-за появления лодок в районе попаданий. Все это и многое другое является реальными проблемами для стрелков на большие дальности из положения лежа, влияющими на результат. Цель моего моделирования была в том, чтобы сфокусироваться на одном аспекте; *ветровом сносе,* и изолировать его влияние на результаты для различных пуль. И это довольно сложно сделать в реальном мире, и поэтому будет трудно сказать, сколько потерянных очков было обусловлено ветром, и сколько было обусловлено другими вещами. Дело изучения виртуальных матчей – это академическое упражнение, призванное показать базовые цифры ветрового сноса в контексте конкретного стрелкового сценария для конкретной мишени.

Выводы

Ветровой снос – наиболее важная мера внешнебаллистических характеристик для стрельбы по мишеням на большие дальности на известную дальность. *Чтобы провести честное баллистическое сравнение ветрового сноса для двух пуль, дульная скорость для более тяжелой пули должна быть меньшей, чем для более легкой пули.* Скорость была отмасштабирована путем приравнивания кинетических энергий на дульном срезе, что то же самое, что и предположение о равенстве средних давлений в патроннике. Только таким образом возможно полностью честное сравнение пуль различного веса. Более тяжелая, с большим БК, пуля, летящая медленнее, имеет легкое баллистическое преимущество над своим более легким собратом в плане ветрового сноса. Тем не менее, это преимущество нематериально для стрелка-новичка и среднего стрелка. Основываясь на результатах 20 виртуальных матчей,

даже для элитных стрелков не очевидна возможность капитализации крошечного баллистического преимущества, обеспечиваемого более тяжелой пулей.

Наш анализ был сфокусирован на стрельбе из положения лежа по мишени NRA Long Range. Вполне возможно, что тот же самый анализ, выполненный для стрельбы F-класса по мишени F-класса с их меньшими кольцами очков, позволит сделать другие выводы. Меньшие кольца очков меньше прощают ошибки, и, может быть, позволят выявить разницу в результате, измеренную в очках, между этими двумя пулями.

В отношении баллистических характеристик и их связи с результатами, отстрелянными по мишени ТКФ Long Range Prone этими двумя пулями, мы можем сказать следующее:

Если разница в баллистических характеристиках мала, вроде ~2″ ветрового сноса поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдах, она вряд ли существенно повлияет на результаты, отстрелянные по мишени NRA Long Range Prone стрелками любого уровня навыков.

В следующей главе мы расширим анализ, представленный в этой главе, на другие стрелковые дисциплины, и попытаемся сделать некоторые более общие выводы о том, какие различия в характеристиках могут считаться *существенными* для других стрелковых дисциплин.

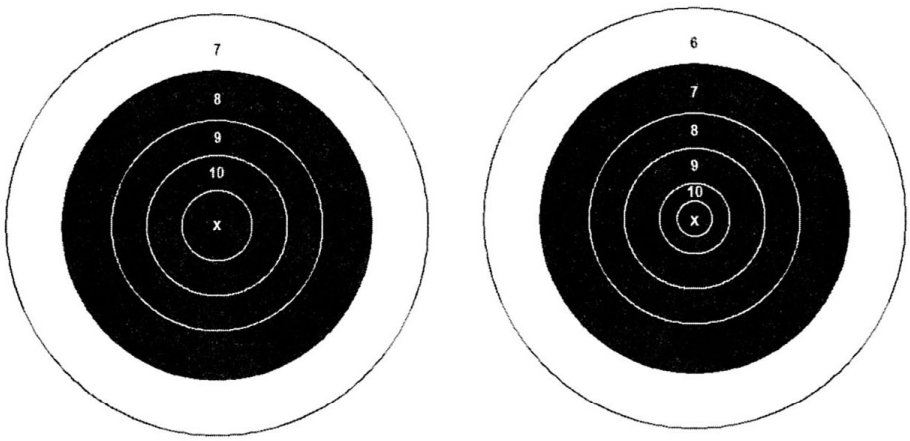
Глава 13: Обобщенный Анализ для Стрельбы на Очки

В предыдущей главе мы сфокусировались на двух немного отличающихся пулях и конкретном применении. Единственным реальным различием между этими двумя пулями был их вес, и он влияет на БК и дульную скорость. Полученное в результате различие в баллистических характеристиках было вычислено в единицах очков, заработанных на мишени NRA Long Range. Основной вывод состоит в том, что различие в баллистических характеристиках между этими двумя пулями оказалось недостаточным, чтобы заработать даже одно очков в среднем результате, независимо от уровня навыков стрелка.

Этот анализ был ценен для того конкретного случая, но что если вы стреляете F-класс, в котором используется другая мишень? Будет ли 1.9″ ветрового сноса на 1000 ярдах показывать разницу на мишени с меньшими кольцами очков? В этой главе мы вначале исследуем этот вопрос, затем представим более общие аналитические тенденции и указания, которые вы сможете использовать для принятия решений в отношении вашего оборудования и расстановки приоритетов в своих тренировках. После анализа конкретных мишеней, используемых для стрельбы на соревнованиях, мы рассмотрим то, как применять этот анализ к мишеням иррегулярной формы для охотничьих и тактических применений.

Мишень F-класса

Стандартная мишень NRA для стрельбы на большие дальности из положения лежа и мишень F-класса для стрельбы на большие дальности показаны рядом на Рисунке 13.1. Так как кольца очков на мишени F-класса меньше, чем на мишени для стрельбы из положения лежа, вполне возможно, что разница в 1.9″ в ветровом сносе может оказывать реальное влияние на результат. Чтобы исследовать этот эффект, я выполню те же самые моделирование и прогнозирование, что использовал в последней главе, но используя слегка модифицированные характеристики для *новичка, среднего* и *элитного* стрелков. Мы можем предположить, что стрелки F-класса обладают такими же навыками в чтении ветра, что и стрелки из положения лежа.



Мишень Long Range Prone		Мишень Long Range F-class	
Кольцо	Размер	Кольцо	Размер
X	10”	X	5”
10	20”	10	10”
9	30”	9	20”
8	44”	8	30”
7	60”	7	44”
6	72”	6	60”
		5	72”

Рисунок 13.1. Сравнение очковых колец мишеней Long Range Prone (для стрельбы на большие дальности из положения лежа) и F-класса.

Основное, что отличает F-класс от стрельбы из положения лежа, это метод удержания винтовки, и получающиеся в результате размеры групп в условиях отсутствия ветра. Для стрелков F-класса подразумевались следующие размеры групп на 1000 ярдов *при отсутствии ветра*: новичок 15″, средний 10″ и элитный 5″. Эти размеры групп представляют диаметр окружности, которую стрелок может поражать в 95% случаев в условиях отсутствия ветра. Меньшие размеры группы отражают более отработанные навыки удержания, которые можно ожидать от более опытных стрелков, а также лучшую кучность оборудования, используемого стрелками более высокого уровня. Я не буду показывать изображения мишеней F-класса с характерными группами, и сразу же перейду к результатам компьютерного моделирования для 50 матчей из 20 выстрелов на очки. В Таблице 13.1 показаны средние результаты, полученные при моделировании стрелков из положения лежа и F-класса, использующих эти две пули для стрелков каждого класса.

Полученные результаты для стрелка из положения лежа на мишени NRA из предыдущей главы повторены в Таблице 13.1 для сравнения. Вы можете видеть, что в отличие от стрелка из положения лежа в мишень *с большими кольцами*, стрелок F-класса, на самом деле, способен отстрелять как минимум на 1 очко больше в среднем 180-грановой пулей VLD с более высоким БК в сравнении с чуть хуже летающей 168-грановой VLD, хотя и разница между ними настолько мала (62.3″ сноса против 64.2″ сноса поперечным ветром в 10 миль в час).

Имейте в виду, что проводившийся до этого анализ, в основном, был сфокусирован на влиянии ветра. Подобных анализ будет проведен позже, чтобы показать результат от улучшившегося вертикального разброса попаданий.

Пока что мы можем сделать вывод о том, что для двух рассматриваемых пуль, небольшая разница в ветровом сносе, вероятно, останется незамеченной стрелком из положения лежа, но, вероятно, повлияет на средний результат большинства стрелков F-класса как минимум, на 1 очко за матч в длительной перспективе. Я хочу сказать, что это важный ре-

зультат, но это вызывает вопрос: какое различие в ветром сносе может показать реальную разницу для стрелка *из положения лежа* на более крупной мишени? Это переводит нас к обобщенной части главы, и некоторым важным правилам, которые вы можете использовать для принятия информированных решений в отношении вашего оборудования для стрельбы на большие дальности.

	Новичок	**Средний**	**Элитный**
Ошибка чтения ветра	+/- 5 миль/ч	+/- 3 мили/ч	+/- 1 миля/ч
Группа без ветра – Стрелок из пол.лежа	30″	20″	10″
Группа без ветра – Стрелок F-класса	15″	10″	5″
Средние результаты для стрелков с использованием показанных выше критериев и двух различных пуль, имеющих разницу в 1.9″ в ветровом сносе поперечным ветром в 10 миль/ч на 1000 ярдов.			
Результат NRA (180 VLD / 168 VLD)	171-2X/170-1X	189-4X/189-5X	200-16X/200-15X
Результат F-класса (180 VLD / 168 VLD)	156-1X/155-3X	180-1X/176-2X	198-12X/197-10X

Таблица 13.1. Ожидаемые результаты на двух различных мишенях. Стрелок F-класса может ожидать в среднем на 1 очко более высокого результата при использовании пуль с более высоким БК, в то время как стрелок из положения лежа, вероятнее всего, не заметит разницы на больших очковых кольцах.

Переход к Обобщенному Анализу

Чтобы продемонстрировать влияние неопределенности ветра и отклонения на результат, я составил таблицы с данными моделирования, которые приведены в конце этой главы. Я включил сюда небольшой отрывок таблицы для обсуждения.

Как указано в заголовке таблицы, эта данные соответствуют 1000-ярдовой мишени для стрельбы из положения лежа, и комбинации винтовка/стрелок, способной стрелять 20″ группы в условиях отсутствия ветра. В качестве более полного описания кучности, мы можем сказать, что 95% (19 из 20) выстрелов укладывается в 20″ окружность.

В статистических терминах, среднеквадратическое отклонение разброса равно 5″. Плюс или минус 2 среднеквадратических отклонения определяет 95% интервал вероятности. В данном случае, +/- 2*5″ равно +/- 10″, поэтому ожидается, что 95% выстрелов прилетят в окружность 20″. Мы предположили нормальное распределение, чтобы гарантировать то, что попадания около центра группы будут происходить с большей вероятностью, чем попадания ближе к краям группы. Результаты на Рисунке 13.2 отражают эту тенденцию стремления к центру.

Наверное, вы прочли мое определение *среднего* стрелка, как способного отстреливать 20-дюймовые группы и подумали, *“20-дюймовые группы должны выбивать **вчистую** мишень для стрельбы лежа на большие дальности; это не средний стрелок!»* Помните, что для этого упражнения я предположил отсутствие ветра и то, что эти группы идеально центрированы на мишени, что, впрочем, маловероятно, особенно для кого-то, кто стреляет 20″ группы.

По правде говоря, я не думаю, что предположения *нормального распределения* и *центрированной группы* являются на 100% действительными, но это необходимо для выполнения анализа и демонстрации соответствующих тенденций без превращения этой книги в математическую. То же самое нормальное распределение было применено и к неопределенности чтения ветра. К примеру, неопределенность в +/- 3 мили/ч в заголовках столбцов указывает на 95% вероятность того, что неопределенность ветра составит +/- 3 мили в час или ме-

нее для каждого выстрела. Другими словами, для 19 из 20 выстрелов, оценка стрелком скорости поперечного ветра не выходит за рамки погрешности в 3 мили в час в любом направлении.

Мишень для стрельбы лежа на 1000 ярдов
*винтовка/стрелок способны стрелять 20'' группы без ветра (средн.)

Ветровой снос поперечным ветром 10 миль/ч (mph) на 1000 ярдов

	+/- 1 mph	+/- 2 mph	+/- 3 mph	+/- 4 mph	+/- 5 mph
78	198-13X	192-11X	185-4X	173-3X	161-3X
80	197-6X	192-9X	183-6X	172-3X	161-1X
82	198-12X	192-10X	183-4X	171-3X	159-2X
84	197-11X	191-8X	181-6X	171-3X	157-2X
86	198-17X	190-6X	181-6X	168-4X	158-1X
88	198-11X	191-6X	181-7X	167-2X	157-2X
90	197-10X	191-4X	181-5X	167-0X	153-3X
92	197-14X	189-7X	180-3X	165-3X	151-1X
94	197-7X	190-5X	178-3X	163-4X	148-2X
96	197-11X	188-4X	177-6X	162-2X	146-3X
98	197-13X	188-4X	178-3X	160-1X	145-3X
100	197-14X	188-2X	176-4X	158-3X	147-0X
102	196-7X	187-3X	175-7X	159-3X	141-3X
104	197-5X	188-7X	172-7X	157-1X	143-2X
106	196-10X	188-6X	172-5X	153-3X	139-2X
108	196-7X	186-4X	171-2X	154-2X	140-2X
110	196-5X	185-5X	170-1X	151-2X	137-4X

Таблица 13.2. Статистическая модель ожидаемых результатов, основанная на свойственном размере группы, неопределенности ветра и баллистических характеристиках.

В левой стороне Таблицы 13.2 изображен снос пули в дюймах поперечным ветром в 10 миль в час на 1000 ярдах. Это число легко находится с помощью прилагаемого программного обеспечения, зная БК и дульную скорость для конкретного патрона. Чтобы оценить возможный результат для определенной комбинации переменных, вначале выберите таблицу, характеризующую вашу дисциплину/мишень (для положения лежа или F-класса). Затем, смотрите на надпись мелким шрифтом под заголовком Таблицы, указывающую на примерный размер группы, которую вы и ваше оборудование способны отстреливать 20 выстрелами в идеальных (без ветра) условиях. Для стрелков из положения лежа, приведены варианты 10″, 20″ или 30″ (элитный, средний и новичок). Варианты для F-класса - 5″, 10″ и 15″. После того, как найдете правильную таблицу, ищите подходящий заголовок столбца, описывающий вашу неопределенность в чтении ветра. Обратите внимание на то, что в трудных кондициях, очень хороший чтец ветра может иметь погрешность в ветре в +/- 3 или 4 мили/ч. Точно так же, стрелок-новичок может иметь ту же погрешность определения ветра в относительно безветренных условиях. Таблицу 13.3 можно использовать в качестве руководства для оценки погрешности определения ветра для различных условий ветра и уровней навыков стрелка. После нахождения подходящего столбца с погрешностью определения ветра, найдите строку, соответствующую вашей баллистике (дюймы отклонения для поперечного ветра в 10 миль/ч на 1000 ярдов). Эти данные можно получить с использованием прилагаемого ПО и ввода подходящих данных.

Кондиции	Новичок	Средний	Элитный
Легкая	+/- 3 миль/ч	+/- 2 миль/ч	+/- 1 миль/ч
Средняя	+/- 4 миль/ч	+/- 3 миль/ч	+/- 2 миль/ч
Трудная	+/- 5 миль/ч	+/- 4 миль/ч	+/- 3 миль/ч

Таблица 13.3. Примерное руководство по оценке погрешности в определении ветра для различных ветровых кондиций и уровней навыков стрелков.

Давайте попробуем использовать эти таблицы данных для оценки примерного результата, который можно ожидать для пары сценариев. Вначале рассмотрим *элитного стрелка из положения лежа*, способного отстреливать 10″ *группы в условиях отсутствия ветра.* Этот стрелок также является *элитным чтецом ветра,* стреляющим из винтовки с очень хорошей баллистикой, дающей всего *60″ отклонения поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдов.* В соответствии с Таблицей 13.3, мы можем ожидать, что этот элитный стрелок будет выдавать примерно +/- *2 мили в час погрешности* в определении ветра для *ветровых кондиций средней сложности.* В Таблице 13.4, приведенной в конце этой главы, которая является подходящей таблицей для этого случая, найдем прогнозируемый результат для него – 197-7X. Это кажется вероятным результатом для данного сценария.

Для следующего примера, мы рассмотрим *среднего стрелка F-класса* с *навыками чтения ветра как у новичка,* стреляющего из винтовки с плохими баллистическими характеристиками, дающей *100″ ветрового сноса поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдах.* Будем считать ветровые кондиции *трудными.* В соответствии с Таблицей 13.3, мы можем ожидать примерно +/-*5 миль/ч погрешности* в этом случае. Таблица 13.8 указывает на то, что для этой комбинации можно ожидать результат 122-0X. Это довольно низкий результат, но, определенно, он не является нереальным для *среднего стрелка* с *начальными навыками чтения ветра* в *трудных кондициях* для *мишени F-класса* из винтовки, имеющей *плохие баллистические характеристики.*

Предыдущие два примера были представлены только для того, чтобы проиллюстрировать то, как использовать эти таблицы, но цель нашего анализа – не определить то, сколько очков мы сможем отстрелять с нашим текущим оборудованием и уровнем навыков. Задача этой модели – использовать ее для изучения тенденций и прихода к некоторым весьма проницательным выводам в отношении того, как улучшить результаты.

Первая и наиболее очевидная вещь, которую невозможно не заметить, это тот факт, что во всех таблицах для стрелков всех уровней навыков, и для обеих дисциплин, положения лежа и F-класса, *наилучшим, что вы можете сделать для улучшения ваших результатов, это научиться лучше читать ветер!* Уменьшение погрешности чтения вами ветра позволит улучшить ваши результаты сильнее, чем любые другие вещи по-одиночке, независимо от вашего уровня навыков или дисциплины.

Рассмотрим среднего стрелка F-класса из представленного выше примера (начальные навыки чтения ветра, 100″ сноса ветром 10 миль/ч), модель которого спрогнозировала средний результат 122-0X для трудных условий. Если бы этот стрелок мог уменьшить погрешность оценки ветра всего на 1 милю/ч (перейти из разряда *новичка* в разряд *среднего* по навыкам чтения ветра), он мог бы ожидать, что его результат вырастет с 122 до 138 в трудных условиях, от 138 до 160 в средних условиях и с 160 до 176 в легких условиях. В среднем это 18 очков улучшения результата во всех условиях, всего лишь устранив 1 милю/ч с погрешности чтения ветра.

Теперь давайте посмотрим, что произойдет со стрелком, если он сосредоточится на улучшении баллистических характеристик своего оборудования в попытках улучшить свои результаты. Если стрелок в этом примере способен выжать еще 150 фт/с из своего заряда, он может уменьшить свое отклонение со 100″ до 94″ поперечным ветром 10 миль/ч, уменьшение на 6″. В соответствии с таблицами, такое улучшение сможет улучшить его результат со 122 (если предположить отсутствие улучшения начальных навыков чтения ветра) до 130 в

трудных условиях, со 138 до 142 в средних условиях, и с 160 до 164 в легких условиях, обеспечив среднее улучшение результата чуть больше чем на 5 очков от прироста начальной скорости на 150 фт/с и уменьшения ветрового сноса на 6″, обусловленного этим.

В общем, стрелок F-класса в этом примере может улучшить свой результат в среднем на 18 очков во всех условиях, убрав +/- 1 милю/ч погрешности определения ветра, и он может улучшить свой средний результат на 5 очков, увеличив дульную скорость своих пуль на 150 фт/с. Очевидный вывод, который мы можем сделать из изучения этих тенденций, следующий: *вы можете улучшить свои результаты намного больше, улучшив свои навыки чтения ветра, чем нагрузив свое оборудование, заставив его выдавать более высокие начальные скорости.*

Теперь рассмотрим *элитного стрелка из положения лежа,* имеющего *средние навыки чтения ветра,* стреляющего из винтовки с очень хорошими баллистическими характеристиками, обеспечивающей всего *60″ отклонения поперечным ветром в 10 миль/ч на 1000 ярдов.* В соответствии с моделью, этот стрелок со средними навыками чтения ветра может ожидать *+/-3 мили/ч погрешности определения ветра* в *средних* условиях, и может ожидать средних результатов около 192-7X. Если этот стрелок улучшит свои навыки чтения ветра со *средних* до *элитных*, погрешность чтения им ветра уменьшится с +/- 3 миль/ч до +/- 2 миль/ч в *средних условиях,* и его результаты улучшатся до примерно 197-9X или примерно на 5 очков. Если этот стрелок улучшит баллистические характеристики своего оборудования, и это приведет к меньшему на 5″ ветровому сносу, его результат улучшится с 192 до 193 при средних навыках чтения ветра. Очень трудно уменьшить ветровой снос на 5″, и это приведет всего лишь к одному очку улучшения среднего результата по мишени NRA. Уменьшение погрешности оценки ветра улучшает средний результат на 5 очков для того же самого стрелка. Как и в примере со стрелком F-класса, вывод очевиден: *можно получить намного большее преимущество научившись лучше читать ветер, чем проведя небольшие улучшения баллистических характеристик.*

Эта модель представлена в качестве инструмента для проведения анализа тенденций. Мои оценки погрешностей определения ветра для различных стрелков в различных условиях являются лишь хорошими оценками, и я не заявляю о том, что они всегда будут точными для любого случая. Расчетные средние результаты усреднены для 50 сымитированных матчей, и эти средние результаты довольно сильно варьируются, поэтому данные в таблицах не всегда однообразны (очки и количества X не всегда четко увеличиваются или уменьшаются). Эта модель была создана с использованием недетерминистского статистического решения, поэтому она содержит некоторые неточности. Более того, эта модель рассматривает только эффекты погрешностей определения ветра, и не содержит многие другие факторы, играющие свою роль в типичной серии из 20 выстрелов.

Для того, чтобы проиллюстрировать примерную взаимосвязь между баллистическими характеристиками/погрешностью определения ветра и номинальными результатами, отстреливаемыми по мишеням двух типов, в данной главе была разработана модель стрелка. Эта взаимосвязь особенно ценна при использовании для анализа тенденций, как было показано в предыдущих примерах.

Все примеры однозначно продемонстрировали, что наилучший способ улучшения результатов – это улучшение навыков чтения ветра, а не выполнение небольших улучшений баллистических характеристик. Тем не менее, *вы не должны делать вывод о том, что улучшение баллистических характеристик бесполезно.* Конечно, наилучшим способом максимизации ваших очков является уделение внимание *всем вещам,* которые могут максимизировать очки. Баллистические характеристики – это то, что устанавливается, когда вы принимаете решения в предсезонье в отношении вашего оборудования, включая калибр, пули, доработки пуль и дульную скорость. Баллистические характеристики вашего оборудования будут такими, какие есть, когда вы прибудете на стрельбище, и вы ничего не сможете сделать с ними в процессе вашей стрельбы. Ваши навыки по чтению ветра – это то, чему вы можете учиться для улучшения результата каждого вашего выстрела на матче, если будете тщатель-

но наблюдать за индикаторами, и сконцентрируетесь на коррелировании причины и следствия.

Оптимизация баллистических характеристик вашего оборудования и наработка навыков по чтению ветра – это две независимые задачи, и решение каждой обеспечивает собственное преимущество. Нет причин игнорировать любой из аспектов (баллистические характеристики или навыки по чтению ветра), и ваши приоритеты и усилия должны управляться фактами.

Уменьшение Вертикального Разброса

Предыдущий анализ был сфокусирован на ветре, и пробоины, отнимавшие очки у стрелка, распределялись по горизонтали на поверхности мишени. Определенно, ветер является крупнейшей проблемой, и на его совести больше потерянных очков, чем на совести других факторов. Мы рассмотрели пути уменьшения горизонтального разброса путем улучшения баллистических характеристик и точности чтения ветра. Также можно предотвратить потерю очков от ветра путем улучшения вертикального размера вашей группы. Это заявление может показаться вначале странным, но если вы рассмотрите природу мишени с круглыми кольцами очков, это станет вполне очевидным. Рассмотрим мишень для стрельбы из положения лежа на большие дальности, изображенную на Рисунке 13.2.

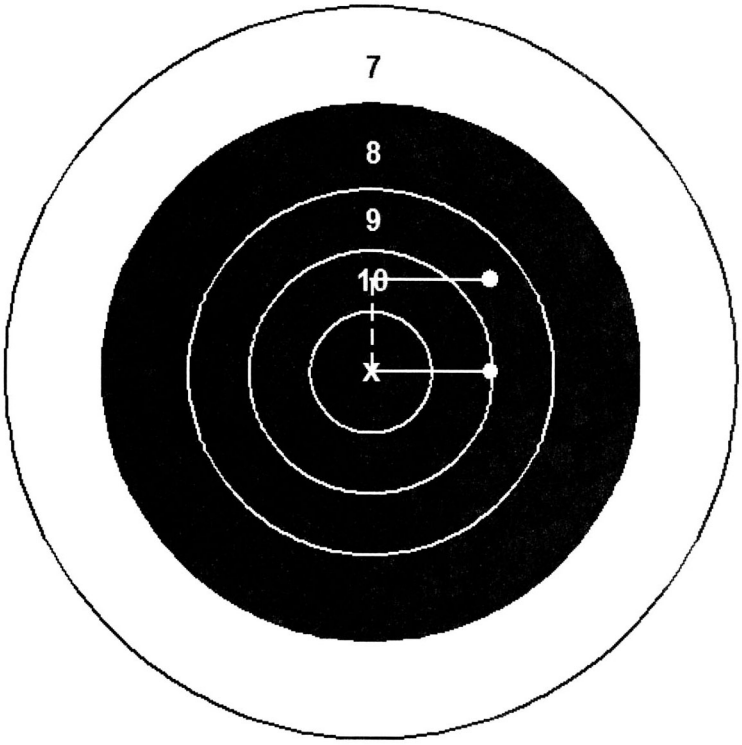


Рисунок 13.2. Совместный эффект вертикальной и горизонтальной ошибки может привести к потере очка, в то время как любая из них по отдельности нет.

Рассмотрим выстрел в 1000-ярдовую мишень, имеющий 10″ горизонтальной ошибки. Горизонтальная ошибка – это обычный результат влияния ветра, который был неправильно оценен, и это случается в разной степени на каждом выстреле. Если стрелок способен сохранять хорошую вертикальную группировку, этот выстрел с 10″ ветрового сноса попадет в линию кольца 10, и зачтется 10 очков, не будет потеряно ни одного очка. Тем не менее, если стрелок не может сохранять небольшую линию по возвышению со своей комбинацией винтовки/стрельбы, и получается, что выстрел идет выше или ниже центра, тогда те же 10″ ошибки от ветра приведут к попаданию в кольцо 9, и в результате вы потеряете очко. Преж-

де чем я расскажу немного о способах уменьшения вертикального разброса, давайте рассмотрим несколько примеров того, как оценить результаты улучшения.

Таблицы в конце этой главы, которые мы использовали для понимания путей улучшения проблемы ветра, могут быть использованы для изучения эффектов также и разброса вообще. Здесь приведены по 3 таблицы для каждой мишени – NRA и F-класса. В каждой таблице представлены разные уровни *свойственной кучности*, которую способны показывать комбинация стрелок/винтовка.

Для стрелка из положения лежа, три таблицы характеризуют характеристики для системы стрелок/винтовка, способной стрелять: 30″ группы (новичок), 20″ группы (средний), и 10″ группы (элитный). Размер группы представляет окружность, в которую будут прилетать 95% выстрелов (19 из 20) в идеальных, без ветра, условиях.

Обозначим *стрелка-новичка из положения лежа*, способным собирать почти все свои выстрелы в 30″ группу в идеальных условиях. Он обладает *начальными* навыками по чтению ветра, и стреляет в *трудных* условиях. Мы дадим ему, как минимум, винтовку, обладающую хорошими баллистическими характеристиками, и довольно низкими *58″ ветрового сноса поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдов.* В *трудных* условиях, ошибка в чтении ветра +/- 5 миль/ч заставит этого стрелка потерять (в среднем) около 26 очков, и получить результат около 174. Если этот стрелок поработает над уменьшением размера своих групп с 30″ до 20″ при сохранении своих баллистических характеристик и навыков чтения ветра неизменными, то улучшение размера группы с 30″ до 20″ улучшит его средние результаты примерно на 4 очка с 174 до 178 в трудных условиях. Если стрелок напряженно поработает над дальнейшим улучшением своего оборудования и положения для стрельбы, пока не станет элитным стрелком, способным укладывать 19/20 выстрелов в 10″ группу в идеальных условиях, мы можем ожидать, что его результат улучшиться еще на пару X. Этот стрелок теперь должен будет подтянуть свои навыки по чтению ветра до уровня выше начального, чтобы существенно улучшить свои результаты. Улучшение оборудования и удержания для получения меньшего вертикального разброса оказывает четкое влияние на результат стрелка, независимо от ветровых условий и способностей стрелка оценивать их.

Довольно запросто можно запутаться во всех технических деталях, необходимых для максимизации результата, и расстановки приоритетов в этой связи. Старайтесь всегда фокусироваться на природе соревнования. Спортивная стрельба на очки – это соревнования *точности* и *кучности.* Кучность достигается качественным оборудованием и хорошо сделанными боеприпасами. Точность достигается правильно отрегулированными прицельными приспособлениями и точными поправками на ветер.

Последней темой этого раздела, посвященного общему анализу, будет исследование последствий неправильной центровки группы.

Центровка группы

Выражение «проще сказать, чем сделать», применимо к центровке группы больше, чем к любому другому фундаментальному параметру стрельбы на очки. Очень болезненно понятно, что вы должны сделать все возможное, чтобы центрировать свою группу, но это очень трудно сделать. После влияния ветра, плохо сцентрированные группы, вероятно, являются самой большой причиной потери очков в матче на очки. Основной вызов состоит в том, что вы можете видеть лишь свой последний выстрел. Довольно хорошей идеей является запись (зарисовывание) ваших выстрелов, чтобы вы могли видеть формирующийся рисунок попаданий, и могли регулировать свои прицельные приспособления для центровки группы. Но реальность состоит в том, что записи при стрельбе – это отвлекающий фактор, который мешает вам сфокусироваться на ветре. Вопрос, на который должен ответить каждый для себя: *полезно ли это отвлечение?* Другими словами, поможете ли вы своему результату, если будет отвлекаться с зарисовками для центрировки группы, или сфокусируетесь полностью на ветре. Лично я перепробовал различные схемы зарисовок в попытках отцентрировать группу

и иметь историческую запись силы ветра. В итоге я почувствовал, что потерял больше очков из-за потери ветровых кондиций, которые пропустил, записывая/читая свои записи, чем сохранил, ведя записи. В командной стрельбе, где есть люди, способные делать зарисовки, ведение таких записей может быть использовано для хорошего эффекта не отвлекая стрелка или тренера.

Я не буду углубляться в эффекты нецентрированных групп, что делал с эффектами ветра и размера групп. Стрелок на очки просто должен сделать все возможное, чтобы центрировать свои группы. Единственным реальным решением, которое он может принять, является решение о том, зарисовывать ему свои группы при стрельбе или нет. Вот один пример количественного описания эффектов нецентрированных групп на результат. Рассмотрим среднего стрелка из положения лежа, способного укладывать 19 из 20 выстрелов в 20″ группу на 1000 ярдов при отсутствии ветра. Если группа идеально центрирована, стрелок может ожидать результат 199 примерно с 14X. Если группа смещена от центра всего на 5″ в любом направлении, средние результаты упадут до примерно 197-7X. Если группа смещена от центра на 10″, средний результат упадет до примерно 186-1X.

То есть я хочу сказать, что небольшая неточность в точке пристрелки (5″) оказывает небольшое влияние на результат, но чуть большая неточность (10″) может оказать серьезное влияние. Одна из проблем центрировки группы состоит в том, что вы не знаете, где сформируется центр, пока не отстреляете большое количество выстрелов. И даже тогда каждый выстрел будет изменять общую среднюю точку попадания.

Нахождение хорошей точки пристрелки для вашей винтовки – это большой пройденный путь к центровке вашей группы. К примеру, если вы снимаете прицельные приспособления с винтовки каждый раз, когда вы стреляете из нее, и возвращаете их назад несколько по-иному каждый раз, вы будете просто перепристреливать винтовку каждый раз, когда будете стрелять в следующий раз. Если вы оставляете прицельные приспособления, то не будет никаких прослабленных винтов на винтовке, ваша позиция будет воспроизводимой и постоянной, вы всегда будете иметь свою натуральную точку прицеливания, тогда ваша пристрелка, скорее всего, гулять не будет, и вы будете отстреливать более центрированные группы.

Ветровой снос поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдов

1000-ярдовая мишень для положения лежа - элитный стрелок *винтовка/стрелок способны стрелять 10'' группы без ветра					
	+/-1 mph	+/-2 mph	+/-3 mph	+/-4 mph	+/-5 mph
50	200-17X	198-12X	195-12X	190-5X	185-4X
52	200-17X	198-11X	194-5X	188-7X	183-6X
54	200-17X	198-16X	193-6X	188-7X	181-5X
56	200-17X	198-16X	193-6X	187-5X	180-4X
58	200-16X	197-13X	191-8X	186-3X	178-5X
60	200-16X	197-9X	192-7X	185-10X	175-3X
62	200-16X	197-8X	191-9X	185-6X	174-3X
64	200-15X	197-11X	189-5X	183-5X	174-2X
66	200-15X	196-12X	190-8X	183-6X	174-6X
68	200-15X	196-5X	189-8X	182-2X	172-3X
70	200-15X	196-7X	188-6X	180-7X	171-5X
72	200-15X	196-10X	188-4X	180-3X	168-6X
74	200-14X	195-10X	187-4X	180-6X	166-4X
76	200-14X	194-6X	186-5X	176-5X	163-5X
78	200-14X	194-11X	185-2X	177-2X	165-5X
80	199-14X	194-12X	185-4X	174-2X	161-1X
82	200-14X	193-10X	183-9X	174-4X	160-7X
84	199-13X	193-9X	185-8X	171-2X	162-3X
86	199-13X	192-5X	183-6X	170-5X	156-6X
88	199-14X	193-8X	182-4X	169-2X	158-4X
90	199-13X	192-9X	180-4X	168-7X	152-3X
92	199-12X	190-7X	180-3X	168-6X	150-5X
94	199-13X	190-10X	180-5X	162-4X	148-5X
96	199-12X	191-5X	180-4X	162-5X	145-3X
98	199-12X	189-6X	178-6X	162-3X	145-3X
100	199-12X	191-6X	178-2X	163-2X	144-2X
102	199-12X	190-11X	175-4X	161-4X	147-3X
104	199-11X	188-8X	177-5X	159-2X	144-7X
106	199-12X	188-8X	174-4X	157-2X	137-4X
108	198-12X	188-9X	172-4X	154-1X	137-1X
110	198-11X	187-3X	173-3X	155-2X	137-5X

Таблица 13.4. Модель результатов для элитного стрелка из пол. лежа.

Ветровой снос поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдов

1000-ярдовая мишень для стрельбы лежа - средний стрелок *винтовка/стрелок способны стрелять 20" группы без ветра					
	+/-1 mph	+/-2 mph	+/-3 mph	+/-4 mph	+/-5 mph
50	198-10X	197-8X	193-7X	188-1X	182-1X
52	198-7X	196-13X	192-6X	185-2X	181-8X
54	199-12X	196-13X	191-7X	186-3X	181-1X
56	199-12X	196-4X	191-6X	184-7X	181-3X
58	199-11X	196-6X	190-9X	184-6X	178-3X
60	198-10X	196-11X	190-3X	183-6X	176-1X
62	198-14X	194-8X	189-4X	183-1X	174-3X
64	199-11X	194-9X	189-5X	182-3X	172-4X
66	198-8X	194-11X	188-4X	180-4X	172-4X
68	198-10X	194-7X	187-6X	179-4X	171-2X
70	198-15X	194-13X	187-4X	180-8X	168-3X
72	198-12X	192-8X	186-8X	177-7X	164-5X
74	198-9X	193-6X	186-2X	177-4X	165-5X
76	198-12X	193-4X	184-5X	175-6X	163-4X
78	198-13X	192-11X	185-4X	173-3X	161-3X
80	197-6X	192-9X	183-6X	172-3X	161-1X
82	198-12X	192-10X	183-4X	171-3X	159-2X
84	197-11X	191-8X	181-6X	171-3X	157-2X
86	198-17X	190-6X	181-6X	168-4X	158-1X
88	198-11X	191-6X	181-7X	167-2X	157-2X
90	197-10X	191-4X	181-5X	167-0X	153-3X
92	197-14X	189-7X	180-3X	165-3X	151-1X
94	197-7X	190-5X	178-3X	163-4X	148-2X
96	197-11X	188-4X	177-6X	162-2X	146-3X
98	197-13X	188-4X	178-3X	160-1X	145-3X
100	197-14X	188-2X	176-4X	158-3X	147-0X
102	196-7X	187-3X	175-7X	159-3X	141-3X
104	197-5X	188-7X	172-7X	157-1X	143-2X
106	196-10X	188-6X	172-5X	153-3X	139-2X
108	196-7X	186-4X	171-2X	154-2X	140-2X
110	196-5X	185-5X	170-1X	151-2X	137-4X

Таблица 13.5. Модель результатов для среднего стрелка из пол.лежа

Ветровой снос поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдов

1000-ярдовая мишень для стрельбы лежа - стрелок-новичок *винтовка/стрелок способны отстреливать 30'' группы без ветра					
	+/-1 mph	+/-2 mph	+/-3 mph	+/-4 mph	+/-5 mph
50	195-10X	193-8X	190-2X	184-6X	180-4X
52	195-8X	193-5X	188-5X	183-3X	178-3X
54	195-11X	193-7X	188-6X	183-4X	176-4X
56	194-9X	192-7X	187-5X	182-4X	175-6X
58	194-7X	192-4X	187-3X	183-3X	174-3X
60	194-11X	192-10X	187-5X	180-3X	174-3X
62	195-9X	191-8X	185-6X	179-6X	171-2X
64	194-11X	191-5X	185-5X	179-2X	170-1X
66	194-9X	191-4X	184-4X	179-6X	170-0X
68	194-9X	190-6X	183-4X	176-2X	166-2X
70	194-5X	189-3X	183-3X	175-2X	166-2X
72	195-10X	190-7X	181-3X	174-1X	165-2X
74	194-9X	188-4X	181-3X	171-2X	164-5X
76	194-7X	189-7X	181-4X	171-3X	162-4X
78	194-2X	189-5X	182-3X	170-1X	160-1X
80	194-6X	187-4X	180-5X	172-2X	155-3X
82	193-6X	187-3X	180-4X	168-3X	154-4X
84	194-7X	187-6X	179-0X	165-1X	155-1X
86	194-7X	188-2X	178-4X	167-0X	154-4X
88	193-10X	186-5X	177-3X	165-3X	151-2X
90	194-7X	187-5X	176-3X	163-0X	151-0X
92	193-6X	186-4X	175-5X	162-1X	150-3X
94	193-6X	186-4X	177-3X	160-5X	148-2X
96	193-8X	185-5X	174-3X	159-1X	146-2X
98	193-9X	184-3X	171-5X	160-2X	144-4X
100	194-10X	185-9X	173-4X	154-4X	136-0X
102	193-10X	185-7X	171-1X	152-2X	141-1X
104	192-6X	184-3X	172-5X	155-1X	140-0X
106	192-5X	183-6X	171-1X	155-2X	140-1X
108	193-7X	182-4X	169-1X	153-2X	137-1X
110	193-5X	182-1X	168-6X	148-2X	132-0X

Таблица 13.6. Модель результатов для начинающего стрелка из пол. лежа.

1000-ярдовая мишень F-класса - элитный стрелок
*винтовка/стрелок способны стрелять 5” группы без ветра

Ветровой снос поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдов

	+/-1 mph	+/-2 mph	+/-3 mph	+/-4 mph	+/-5 mph
50	199-10X	191-7X	185-4X	177-2X	169-3X
52	198-12X	192-9X	184-2X	175-2X	169-4X
54	198-11X	191-8X	183-3X	174-2X	165-2X
56	198-11X	189-4X	183-3X	173-1X	165-1X
58	198-10X	190-6X	181-2X	173-4X	163-4X
60	198-12X	189-10X	181-3X	171-6X	158-2X
62	198-12X	188-6X	179-2X	170-3X	157-2X
64	197-12X	189-0X	178-3X	170-3X	157-3X
66	197-6X	188-4X	177-3X	165-1X	156-3X
68	197-12X	187-4X	177-4X	162-2X	153-1X
70	196-11X	188-8X	176-4X	165-5X	150-0X
72	196-11X	185-4X	174-5X	163-5X	146-2X
74	196-5X	185-5X	175-2X	162-1X	143-1X
76	196-7X	185-6X	173-2X	161-2X	146-4X
78	195-11X	183-4X	173-4X	156-3X	140-1X
80	196-12X	184-7X	171-2X	157-3X	142-0X
82	194-8X	183-3X	170-4X	154-1X	137-2X
84	195-11X	183-5X	170-5X	153-1X	133-3X
86	194-6X	182-5X	166-2X	148-3X	138-1X
88	194-4X	182-7X	164-0X	149-1X	128-0X
90	194-7X	181-3X	164-9X	150-0X	129-4X
92	194-6X	180-4X	165-2X	148-2X	132-0X
94	193-8X	180-5X	162-0X	144-2X	129-1X
96	193-6X	178-5X	161-4X	143-1X	127-0X
98	193-1X	178-3X	162-0X	141-1X	125-0X
100	192-8X	179-3X	160-5X	139-0X	128-5X
102	191-3X	176-5X	161-3X	139-2X	123-1X
104	191-8X	176-1X	157-0X	141-1X	120-2X
106	191-7X	176-3X	158-0X	133-1X	120-3X
108	191-8X	177-4X	156-2X	139-0X	119-2X
110	191-7X	174-3X	154-0X	133-3X	115-3X

Таблица 13.7. Модель результатов для элитного стрелка F-класса

Ветровой снос поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдов

1000-ярдовая мишень F-класса - средний стрелок *винтовка/стрелок способны стрелять 10" группы без ветра					
	+/-1 mph	+/-2 mph	+/-3 mph	+/-4 mph	+/-5 mph
50	197-8X	190-3X	184-2X	176-2X	168-0X
52	197-7X	190-7X	183-3X	175-5X	167-2X
54	196-9X	189-6X	181-1X	174-3X	166-1X
56	196-10X	189-2X	181-2X	174-1X	161-3X
58	196-9X	189-6X	180-1X	172-4X	162-0X
60	196-6X	188-4X	179-2X	170-2X	161-5X
62	195-9X	187-5X	180-1X	167-3X	160-3X
64	195-7X	188-4X	176-2X	167-3X	155-1X
66	195-10X	185-2X	177-4X	164-2X	154-1X
68	195-3X	185-2X	175-5X	164-3X	149-2X
70	194-4X	186-5X	174-1X	162-3X	147-0X
72	194-10X	185-5X	175-1X	164-3X	146-0X
74	194-5X	183-0X	173-6X	160-5X	148-2X
76	194-11X	183-3X	172-2X	157-4X	144-2X
78	193-9X	183-4X	171-2X	156-2X	143-1X
80	194-9X	182-6X	170-1X	157-2X	141-4X
82	193-2X	181-3X	170-2X	155-1X	139-1X
84	193-6X	182-2X	167-2X	150-1X	135-1X
86	193-5X	181-2X	167-4X	150-2X	130-1X
88	193-4X	180-2X	164-3X	149-2X	131-1X
90	192-5X	180-3X	165-2X	149-2X	132-2X
92	191-4X	178-2X	163-3X	147-1X	127-2X
94	192-5X	178-3X	164-1X	142-1X	130-1X
96	191-4X	176-1X	162-2X	141-2X	124-0X
98	192-4X	177-5X	160-1X	136-0X	123-0X
100	191-8X	176-2X	160-3X	138-0X	122-0X
102	190-7X	177-2X	159-3X	139-0X	118-1X
104	190-4X	175-2X	156-3X	135-2X	113-0X
106	190-4X	176-4X	154-2X	136-2X	120-1X
108	189-5X	173-1X	154-0X	133-1X	112-1X
110	189-7X	172-1X	151-2X	134-1X	113-0X

Таблица 13.8. Модель результатов для среднего стрелка F-класса.

1000-ярдовая мишень F-класса - стрелок-новичок

*винтовка/стрелок способны стрелять 15'' группы без ветра

Ветровой снос поперечным ветром 10 миль/ч на 1000 ярдов

	+/-1 mph	+/-2 mph	+/-3 mph	+/-4 mph	+/-5 mph
50	194-6X	189-4X	181-2X	175-3X	166-3X
52	194-8X	187-4X	180-4X	173-4X	165-1X
54	193-6X	187-2X	180-5X	173-4X	166-0X
56	193-10X	187-5X	181-7X	170-0X	160-3X
58	193-7X	186-2X	178-2X	171-2X	161-2X
60	193-7X	186-1X	177-3X	167-2X	159-3X
62	193-5X	185-5X	177-3X	167-4X	156-1X
64	193-8X	184-4X	176-2X	166-1X	155-3X
66	193-8X	184-4X	175-3X	163-2X	150-1X
68	192-4X	184-5X	176-4X	164-1X	149-1X
70	192-9X	182-8X	173-2X	164-2X	150-2X
72	192-5X	182-4X	174-4X	160-4X	146-0X
74	191-9X	183-1X	172-0X	159-2X	141-1X
76	191-6X	182-4X	171-0X	157-1X	145-1X
78	191-6X	181-4X	172-0X	156-2X	138-0X
80	190-4X	181-4X	169-3X	152-4X	140-2X
82	190-4X	179-4X	167-4X	154-0X	139-0X
84	190-4X	180-2X	168-2X	150-0X	134-0X
86	190-4X	179-1X	166-0X	148-0X	130-2X
88	190-5X	178-2X	164-2X	150-0X	130-0X
90	190-7X	178-3X	164-3X	147-1X	126-2X
92	189-2X	177-2X	161-4X	145-1X	127-1X
94	189-5X	177-5X	163-2X	143-2X	128-2X
96	190-5X	175-2X	161-3X	139-2X	121-0X
98	189-4X	175-2X	160-3X	139-2X	123-1X
100	189-5X	175-6X	155-1X	141-0X	123-2X
102	188-4X	173-3X	158-2X	139-1X	122-0X
104	187-2X	172-2X	158-0X	135-1X	118-2X
106	188-7X	171-1X	152-0X	129-0X	117-2X
108	187-4X	173-4X	156-1X	136-0X	113-1X
110	187-2X	172-3X	150-0X	130-1X	116-1X

Таблица 13.9. Модель результата для нового стрелка F-класса.

Глава 14: Убойное действие Охотничьих пуль для Больших Дальностей

Охота на большие дальности – это сложный и стóящий вид деятельности, популярность которого в последнее время растет невероятными темпами. Доступность современных высококачественных компонентов и лазерных дальномеров позволили стрелкам убивать дичь надежно на беспрецедентных дальностях. *К сожалению, качество современного оборудования превосходит специализированные знания, которые необходимы для эффективного применения этого оборудования.* Эта книга предоставит некоторую информацию, необходимую стрелкам на большие дальности, чтобы выжимать максимум из своего оборудования, чтобы делать выстрелы более уверенно.

Чтобы ответить на вопрос о максимальной эффективной дальности охотничьей винтовки, необходимо ответить на два основных вопроса.

1. Какова максимальная дальность, на которой стрелок/винтовка способны *попасть* в намеченную жертву?
2. Каковая максимальная дальность, на которой пуля может *убить* намеченную жертву?

Логичный способ ответить на эти вопросы – это вначале определить максимальную дальность, на которой пуля может *убить* дичь, а затем заботиться о том, что необходимо для *попадания* в животное на этой дальности. В этой главе мы сфокусируемся на вопросе убойности. Мы проверим идею об убойности пуль и представим некоторую информацию, которая позволит вам определить максимальную *убойную* дальность для вашей винтовки и пули. Когда вы поймете *убойную дальность* ваших винтовки/пули, в следующей Главе мы обсудим вопросы, связанные с *попаданием* в животное убойным выстрелом.

Убойность сильно зависит от терминальных характеристик пули, но эта тема лежит за пределами интересов нашей книги. Тем, кто интересуется обширными знаниями по терминальной баллистике пули, я рекомендую книгу: "*Rifle Bullets for the Hunter".* Убойность включает в себя множество вещей. Некоторые из них связаны с баллистикой, другие нет. Будет ошибкой полагать, что убойность – это только энергия, или только терминальное действие пули, или только правильная точка попадания. Все это важные части головоломки, но ни одна из них не включает в себя все, что вам нужно знать об убойности. Вы можете научиться попадать в правильное место, немного исследовав анатомию вашей жертвы и поговорив с опытными охотниками. Упомянутая выше книга является отличным источником знаний о терминальных характеристиках пуль. В этой книге я предлагаю внешнебаллистическую часть головоломки убойности. Большая часть того, что я приведу в отношении убойности в этой главе, будет сфокусирована на внешнебаллистических факторах и последствиях, включая остаточную энергию.

Как Пули Убивают

Когда задумываешься о том, как пуля убивает животное, все кажется на удивление простым. Конечно, пуля убивает, проделывая дыру в животном! Тем не менее, если вы сравните *убойность* современной высокоскоростной пули винтовки центрального воспламенения со стрелой, выпущенной из лука, то винтовка оказывается гораздо более *убойной.* Наверняка высокая скорость винтовочной пули влияет на более быстрое убийство, несмотря на то, что проникающие элементы у них имеют сходный размер (развернутая грибком пуля и наконеч-

ник стрелы). Пуля, определенно, обладает чем-то, что делает ее более убойной, чем стрела. Скорость играет очень важную роль в убойности пули, но не только скорость. Гидростатический шок (удар) пули, летящей сквозь ткани на сверхзвуковой скорости, вызывает очень серьезные повреждения. Если эта ударная волна достаточно сильна, она может повредить мозг животного, вызвав немедленное обездвиживание и/или потерю сознания. Сила этой ударной волны пропорциональна скорости пули. Одна лишь скорость попадания не обязательно будет *убойной,* если пуля быстро останавливается на коротком расстоянии внутри животного. Здесь в игру вступает *проникающая способность.* Если пуля попадает с достаточной *скоростью,* и имеет достаточную *массу* для сохранения скорости в процессе проникновения, тогда пуля может создавать существенную гидростатическую ударную волну, обездвиживающую животное. Способность пули генерировать обездвиживающую ударную волну – это то, что делает ее более убойной, чем стрела.

Понятно, что *скорость* и *масса* – это два фундаментальных баллистических свойства пули, определяющие ее убойность (пока не будем упоминать об экспансивности). Вот две физические величины, включающие скорость и массу: Кинетическая Энергия (КЭ) и импульс.

Кинетическую энергию мы упоминали в Главе 11 в разделе, называвшемся *Энергия Баллистики.* Кинетическая энергия – это мера *ударной энергии* пули. Формула для Кинетической Энергии следующая:

$$KE = \frac{1}{2}mV^2$$

m – масса пули (равна ее весу в гранах, деленному на 7000 и деленному на 32.2) и *V* – это скорость пули в фт/с. Не будем пока фокусироваться на расчете кинетической энергии, просто проверим формулу. Обратите внимание на то, что здесь один множитель *массы* и два множителя *скорости.* Другими словами, на кинетическую энергию влияет *масса,* но еще больше влияет *скорость.* Также обратите внимание на то, что здесь есть другие множители, а именно, ½, и коэффициенты преобразования массы. Говоря словами, *кинетическая энергия – это индиктор пикового уровня гидростатического избыточного давления (удара), который пуля может создать при попадании.*

Помня об этом, рассмотрим формулу импульса:

$$È ì \ ï óëüñ = mV$$

Снова *m* – это масса пули, а *V*- скорость. Здесь мы имеем ту же ситуацию с коэффициентами преобразования, но фундаментальное наблюдение в отношении формулы импульса будет ледующим – *импульс – это произведение массы на скорость.* В отличие от КЭ, где скорость более важна, на импульс в равной мере воздействуют изменения как массы, так и скорости. Или другими словами, *импульс связан со способностью пули сохранять скорость и высокий уровень гидростатического удара при проникновении в животное.*

Скорость, с которой пуля передает свою энергию и импульс животному, частично определяется экспансивными и осколкообразующими характеристиками пули. Пуля, остающаяся недеформированной, будет генерировать меньшие уровни статического избыточного давления (ударной волны), но будет сохранять их дольше. Наоборот, пуля с равной КЭ и импульсом, которая быстро расширяется, будет генерировать большее пиковое избыточное давление, но не сможет сохранять его долго.

Все охотничьи пули лежат где-то в части спектра между быстро экспансирующими и обладающими низкой экспансивностью. То, что пули с низкой экспансивностью проигрывают в ударной волне, они добирают в пробивной способности, и наоборот. *Основная идея состоит в том, что пуля обладает определенным количеством энергии. Ее импульс и ее экс-*

пансивные характеристики будут определять то, как эта энергия будет передаваться животному в форме убойной ударной волны. Оставшаяся часть этой главы будет сфокусирована на убойности пуль с точки зрения энергии и импульса. Эти факторы являются основной движущей силой, лежащей в основе убойности пули любой конструкции.

Отказ:

Необходимо отметить, что большинство научных теорий/моделей, касающихся убойности пуль, включая представленную мной, официально могут кем-то где-то оспариваться. В виду множества переменных, составляющих убойность и роль правильного выбора точки попадания и внутреннее строение и здоровье животного, и т.д., очень трудно неоспоримую универсальную правду в отношении того, как именно пуля убивает. Другими словами, убойность – это не точная наука, вроде гравитационного понижения или измерения дальности. Модель убойности, представленная мной, применима потому, что она позволяет стрелку выбрать охотничью пулю на основании ее убойности по дичи определенного размера. Эта модель основана на хорошей аргументации, она учитывает энергетику, и зарекомендовала себя успешным указателем для выбора подходящих пуль для охоты. Тем не менее, это только модель, и поэтому она не должна быть на 100% технически правильно, чтобы быть применимой. Вспомните целые поколения людей, которые осуществляли навигацию по звездам, полагая, что земля плоская, и является центром вселенной. Их модель была технически ошибочной, но большинство этих людей попадали туда, куда хотели. Возможно, когда-нибудь появится полная, универсальная, практичная и неоспоримая модель убойности пули. А пока нам остается работать с неидеальными, но «применимыми» моделями.

Формула Оптимального Веса Дичи Матунаса

В своей книге: *"Big Game Rifles and Cartridges",* Эдвард Матунас представил свою знаменитую формулу; Формулу Оптимального Веса Животного (ОВЖ). Формула ОВЖ – это попытка идентификации ключевых компонентов убойности пули, и связи их с подходящим животным *Оптимального* размера. Формула ОВЖ Матунаса выглядит так:

$$\hat{I}\ \hat{A}\text{Æ} = V^3 W^2 \cdot 1.5 \times 10^{-12} \qquad \textbf{Формула 14.1}$$

Где:

ОВЖ – это вес, в фунтах, животного оптимального веса, для которого может/должна использоваться пуля.

V- скорость пули в футах в секунду.

W- это вес пули в гранах

$1.5x10^{-12}$ – это константа, связывающая единицы измерения.

Быстрое изучение формулы ОВЖ показывает что-то очень интересное. До «отказа» мы сделали краткий экскурс в кинетическую энергию и импульс. Кинетическая энергия – это ½, умноженная на массу и скорость, и еще раз на скорость (два множителя скорости и один массы). Импульс – это масса, умноженная на скорость. Если вы умножите кинетическую энергию на импульс, то получите три множителя скорости и два множителя массы. Взгляните еще раз на формулу ОВЖ. Она содержит три множителя скорости и два множителя массы (веса), и константу, учитывающую единицы. А именно, формула ОВЖ Матунаса – это кинетическая энергия, умноженная на имульс, отрегулированная константой. Другими словами, *эта формула учитывает необходимые энергетические компоненты убойности пули.* Опять же, формула совершенно не учитывает конструкцию пули (быстрая экспансия против глубокого проникновения), *но это много говорит о том, сколько энергии пуля имеет для экспансии и проникновения.* Это полезная модель, на которой можно базировать выбор пули и анализ максимальной дальности.

Давайте поупражняемся с формулой Матунаса на примере. Рассмотрим .308 Винчестер со 150-грановыми пулями на дульной скорости 2800 фт/с. Каким будет оптимальный вес дичи по формуле Матунаса?

$$2800^3 * 150^2 * 1.5 \times 10^{-12} = 741 \text{ фунтов}$$

Эта формула говорит нам о том, что *на дульном срезе*, 150-грановая пуля должны быть убойной по животному весом 741 фунт.

Конечно же, очень немногие животные стреляются прямо у дульного среза. Давайте узнаем размер дичи, против которой будет эффективна эта пуля на дальности 300 ярдов. На 300 ярдах типичная охотничья пуля .308 калибра сохранит около 2140 фт/с скорости, если выстрелена с дульной скоростью 2800 фт/с. На этой дальности и скорости пули, формула ОВЖ дает:

$$2140^3 * 150^2 * 1.5 \times 10^{-12} = 331 \text{ фунтов}$$

331 фунт – это вес крупного оленя. Похоже, что формула имеет смысл, так как многие олени берутся из .308 Winchester на дальностях до 300 ярдов пулями весом всего до 150 гран.

В предыдущих примерах было показано фундаментальное применение формулы ОВЖ. И на этом ссылки на эту формулу в большинстве книг заканчиваются – на представлении формулы и примера ее использования.

Животное	**Вес**
Белохвостый олень:	
Самец	130-300 фунтов
Самка	90-165 фунтов
Чернохвостый олень:	
Самец	150-300 фунтов
Самка	100-175 фунтов
Черный медведь:	
Самец	250-600 фунтов
Самка	90-400 фунтов
Благородный олень:	
Самец	700 фунтов
Самка	500 фунтов

Таблица 14.1. Примерный вес животных

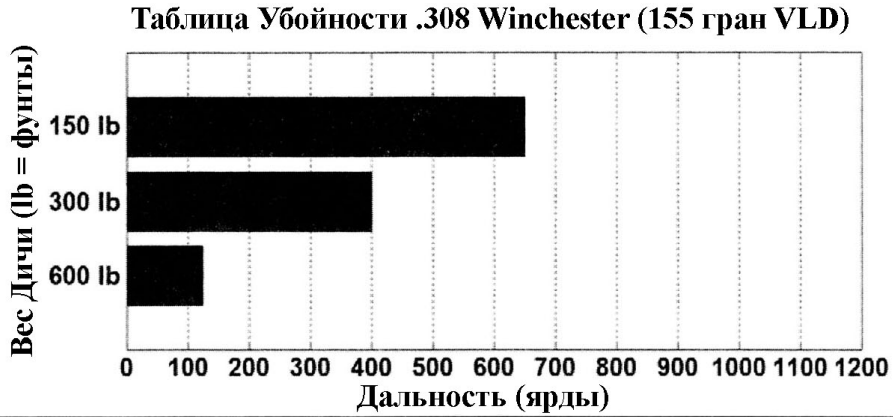
Как и обещал в этой книге, я пойду в этом анализе на несколько шагов дальше, чтобы предоставить некоторую *исключительно полезную информацию.* Что *действительно* необходимо, так это общее руководство, которое позволило бы охотникам выбирать пули на основании их убойности по дичи определенных размеров на различных дальностях. Первый шаг в этом процессе – это сделать основанную на знаниях оценку веса животного, на которое будете охотиться. Таблица 14.1 может быть использована для нахождения примерного веса некоторых распространенных видов охотничьих животных.

Обычно при выборе пуль для охоты, вы уже знаете примерный вес животных, на которые будете охотиться, и примерную максимальную дальность, на которую предполагаете стрелять. ***Совместно с баллистической программой (которая дает скорость на дальности), можно использовать формулу ОВЖ для определения дальности, на которой данная пуля будет убойной по дичи определенного вида.*** В Приложении содержатся детали и пример того, как выразить из формулы ОВЖ скорость и использовать ее для нахождения эффективной дальности.

На Рисунке 14.1 показан графический пример того, как можно использовать формулу ОВЖ для определения оптимальной убойной дальности для данной пули против дичи 3 различных весов. В этом примере использована 155-грановая Berger VLD (G7 БК = 0.233) на дульной скорости, типичной для .308 Winchester 2850 фт/с.

Обратите внимание на тенденцию, наблюдаемую на Рисунке 14.1, что пуля эффективна по более легкой дичи на больших дальностях, чем по более тяжелой дичи. К примеру, 155-грановая VLD оптимальна по животному весом 150 фунтов до 650 ярдов, но по 600-фунтовому животному оптимальная дальность ограничена 125 ярдами. Помните, что это не

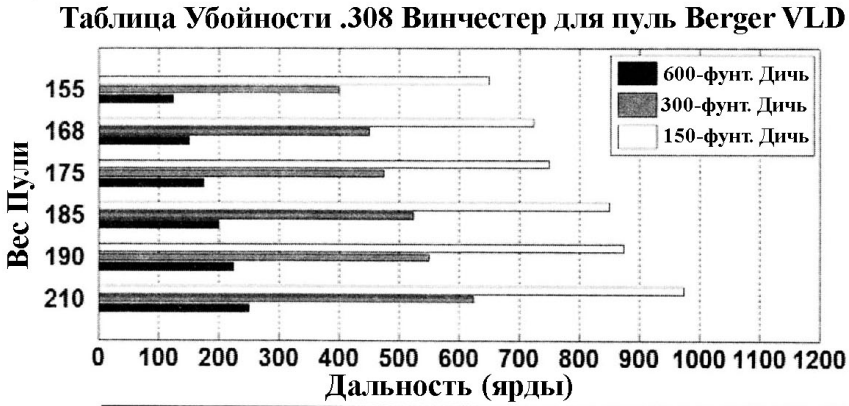
строго определенные цифры, а только примерные величины, гарантирующие, что ваши пули будут иметь, как минимум, оптимальное количество энергии, чтобы быть убойными по намеченному животному на ожидаемой дальности.



Вес Дичи	Оптимальная Дальность
150 **фунтов**	650 **ярдов**
300 **фунтов**	400 **ярдов**
600 **фунтов**	125 **ярдов**

Рисунок 14.1. Дальности для дичи оптимальных весов для 155-грановой пули Berger VLD (ДС=2850 фт/с) для трех размеров дичи.

Следующим расширением нашего анализа будет изучение влияния *пуль различного веса* на дальностях, на которых звери различных размеров могут быть убиты. Теперь мы ограничимся .308 Winchester и линейке пуль VLD от Berger (другие брэнды будут изучены позже).



	Пуля:	155	168	175	185	190	210
	Скорость:	2850	2738	2862	2609	2574	2449
	Оптимальная убойная дальность (ярды)						
Вес Дичи	150 фунтов	650	725	750	850	875	975
	300 фунтов	400	450	475	525	550	625
	600 фунтов	125	150	175	200	225	250

Рисунок 14.2. Эффективные убойные дальности для всей линейки пуль Berger VLD .30 калибра для дульных скоростей, типичных для .308 Winchester.

Рисунок 14.2 завершает разработку таблиц убойности, основанных на формуле ОВЖ. Эта таблица содержит достаточно информации, чтобы принять информированное решение о том, пули каких весов (данного конкретного брэнда) подходят для дичи различного размера

на всех дальностях. К примеру, если вы охотитесь на дичь весом 150 фунтов на дальностях до 500 ярдов, любая пуля весом от 155 гран до 210 гран будет адекватной для этой задачи. Если ваша цель имеет вес 300 фунтов, вам нужно будет выбрать одну из более тяжелых пуль: 185-грановую, 190-грановую или 210-грановую, чтобы они были убойными на 500 ярдах. Если ваша дичь имеет вес 600 фунтов, и вы хотите убивать ее на 500 ярдах, вам нужно взять винтовку побольше! .308 Winchester просто не оптимизирован для надежной убойности по дичи этого размера при использовании любых пуль, изображенных на Рисунке 14.2. Это не говорит о том, что такая дичь *не может быть* добыта на этой дальности, а только о том, что пуля будет обладать менее чем оптимальной энергией для *надежного* убийства животных этого размера, в соответствии с формулой ОВЖ.

Если вес вашей дичи находится где-то между весами, приведенными в таблице убойности, вы можете прикинуть таблицу *на глаз*, чтобы оценить дальность. К примеру, если вы снаряжаете пули весом 185 гран, и вес вашей дичи 450 фунтов (посередине между 300 и 600 яунтами), вы можете рассчитать середину между 200 ярдами (600-фунтовая дичь) и 525 ярдами (300-фунтовая дичь), и получите примерно 360 ярдов.

Рисунок 14.2 – это хорошая иллюстрация того, как убойность на убойность на определенной дальности влияет вес пули, выпускаемой из данного патрона. Как насчет перехода к другим патронам? Как увеличенные дульные скорости повлияют на убойность данного набора пуль?

Влияние Дульной Скорости на Убойность

Для данной серии пуль, дульная скорость, в основном, определяется патроном. В наших предыдущих примерах рассматривались скорости, типичные для .308 Winchester. Давайте рассмотрим убойность того же набора пуль, выстреливаемых из .300 Winchester Magnum.

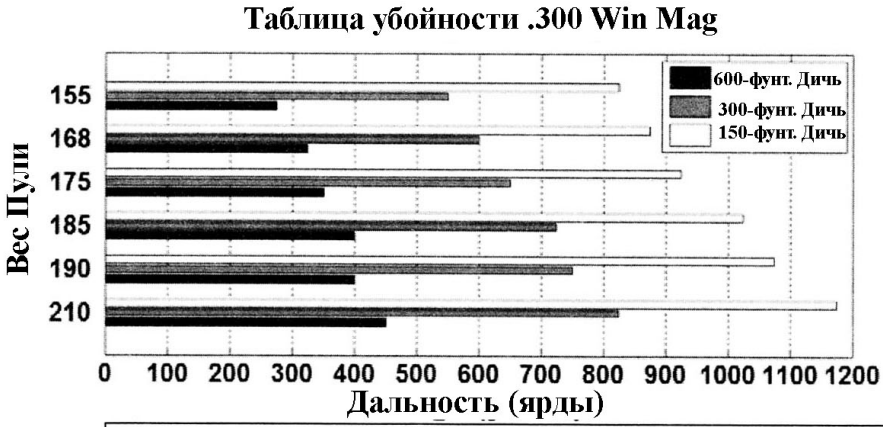
.300 Winchester Magnum может обеспечивать на несколько сотен фт/с большие дульные скорости, чем .308 Winchester, поэтому логично, что эти пули будут более убойными по дичи на дальностях, превышающих дальности для .308. На Рисунке 14.3 показана таблица убойности для пуль, выстреливаемых из .300 Winchester Magnum.

Давайте бросим критический взгляд на убойные дальности для .300 Winchester Magnum в сравнении с .308 Winchester теми же пулями. Таблицы убойности указывают на то, что максимальная дальность для .308 Winchester достижима с самой тяжелой пулей (210 гран VLD) по самому легкому животному (150 фунтов). Эта дальность для данной комбинации равна 975 ярдов. .300 Winchester Магнум также достигает самой большой дальности с 210-грановой VLD по 150-фунтовому животному, но дальность теперь равна 1175 ярдов. .300 Winchester Магнум обеспечивает на 300 фт/с большей скорости с 210-грановыми пулями (2749 фт/с против 2449 фт/с), что дает прирост дальности в 200 ярдов над .308 Winchester по 150-фунтовому животному.

Теперь давайте рассмотрим более тяжелое, 600-фунтовое животное. .308 убоен по 600-фунтовому животному с 210-грановыми пулями всего до125 ярдов, а .300 Winchester Magnum убоен по животному этого размера до 450 ярдов.

Опять же, я должен отметить, что эта модель не учитывает влияние точки попадания в дичь. Вполне очевидно, что даже 155-грановая пуля *может* убить 600-фунтовое животное на 1000 ярдов или более, *если* выстрел попадет в мозг или позвоночник животного. Тем не менее, модель ОВЖ предполагает номинальную точку попадания в грудную клетку животного (сердце/легкие). Это безответственно и несправидливо для животного, стрелять в него пулями, которые будут иметь *менее чем оптимальную энергию* и вызывать несмертельные ранения (за исключением нескольких маловероятных сценариев, вроде мозга или позвоночника). Выбор пуль и дальностей стрельбы должен быть сделан исходя из предположения о том, что вы будете делать номинальные выстрелы по животным в грудь, и пуля будет иметь достаточную энергию для быстрого и эффективного убийства животного таким выстрелом.

На этом построены таблицы убойности, составленные с использованием формулы ОВЖ Матунаса.



	Пуля:	155	168	175	185	190	210
	Скорость:	3200	3074	3012	2929	2890	2749
	Максимальная убойная дальность (ярды)						
Вес Дичи	150 фунтов	825	875	925	1025	1075	1175
	300 фунтов	550	600	650	725	750	825
	600 фунтов	275	325	350	400	400	450

Рисунок 14.3. Эффективные убойные дальности для всей линейки пуль Berger VLD .30 калибра для дульных скоростей, типичных для .300 Winchester Magnum.

Мы исследовали то, как вес пуль и вместимость гильзы влияет на убойную дальность охотничьей винтовки. Может ли еще что-то повлиять на энергию на дальности, которой будет располагать пуля?

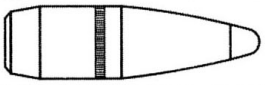
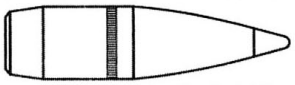
Убойность на Больших Дальностях и Баллистический Коэффициент

Так как убойность охотничьих пуль плотно завязана на энергию и импульс пули, и эти факторы связаны со скоростью пули, легко понять, что пули, сохраняющие свою скорость лучше, будут более убойными на больших дальностях. Баллистический коэффициент является известным мерилом внешнебаллистических характеристик, но его очень редко связывают с убойностью. На самом деле, пуля с высоким БК имеет улучшенную убойность по нескольким причинам. Во-первых, высокая поперечная нагрузка, которая обычно соответствует высокому БК, является обычной мерой проникающей способности пуль. Во-вторых, и это более важно для нашего текущего анализа, тот факт, что пули с высоким БК сохраняют свою скорость лучше на повышенных дальностях, и поэтому они могут отдавать большую энергию животным на увеличенных дальностях.

Рассмотрим две пули, изображенные на Рисунке 14.3. Так как обе пули одного и того же калибра и веса, они обе будут иметь одинаковую поперечную нагрузку 0.226 фунт/дюйм^2. Тем не менее, более длинное оживало и меньший диаметр носика пули SST с полимерным носиком обеспечивают ей намного меньшее сопротивление, и поэтому намного более высокий БК. G7 БК составляет 0.206 для SST и всего 0.173 для полуоболочечной пули с заостренным свинцовым носиком. Давайте рассмотрим влияние этой разницы в БК на убойные характеристики на дальностях для этих двух пуль, имеющих одинаковую поперечную нагрузку, и одинаковую дульную скорость.

На Рисунке 14.4 показано преимущество в убойности для пули с более высоким БК. По крупной дичи убойная дальность будет настолько малой, что пуля с большим БК будет иметь лишь чуть-чуть достаточное время полета, чтобы воплотить свою более высокую эффективность. Убойная дальность для пули с более высоким БК будет всего на 25 ярдов

большей по 600-фунтовой дичи (100 ярдов против 75 ярдов). Тем не менее, дальность против легкого животного будет большей, и это означает, что пуля с более высоким БК будет иметь большую дальность, на которой будет сохранять свою скорость. В результате она будет способна *доставать* дальше более мелких зверей, которые не требуют от пули слишком большой энергетики.

Пуля	ПН	i_7	G7 БК	G1 БК
 Hornady 150 BTSP	0.226	1.309	0.173	0.337
 Hornady 150 SST	0.226	1.095	0.206	0.403

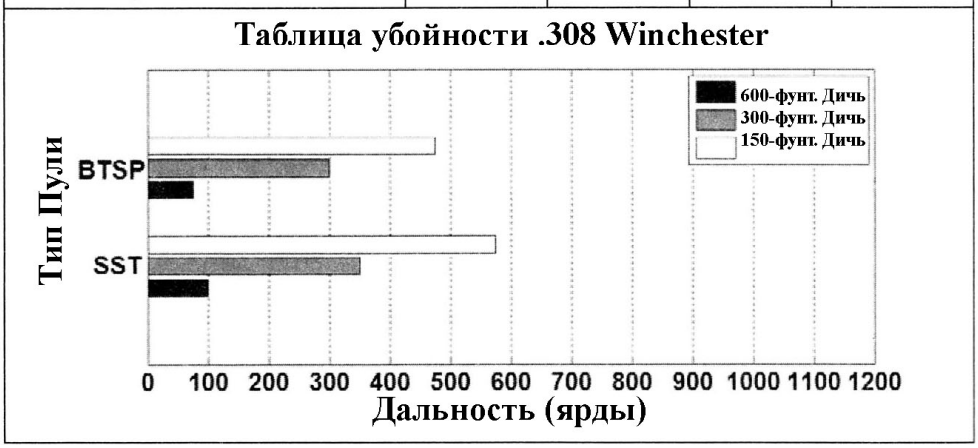


Рисунок 14.4. Две пули одинакового веса и калибра имеют одинаковую поперечную нагрузку. Из-за очень разных форм факторов, SST имеет существенно более высокий БК, чем пуля со свинцовым носиком. Более высокий БК означает, что SST сохраняет свою энергию лучше, и она будет убойной на большей дальности.

На этом мы завершаем изучение убойности для зверей от среднего до тяжелого веса. В конце этой главы вы найдете таблицы убойности для каждой пули, для которых я тестировал БК. Пули собраны по брэндам, и в таблицах показана убойность для каждой пули и патронов от малой до большой вместимости. Из этих таблиц убойности вы можете определить примерные максимальные убойные дальности для каждой из пуль.

Давайте подытожим основные факты, влияющие на убойность.

- Вес пули и скорость попадания определяют кинетическую энергию и импульс, которыми обладает пуля. Эти свойства определяют *потенциальную способность* пули приводить к летальным повреждениям.
- Вес пули – это то, что вы выбираете, и он зависит от выбранного калибра, а скорость пули определяется выбором патрона *и* дальностью, на которую вы стреляете.
- Пуля с высоким БК сохраняет скорость лучше, и будет убойной на больших дальностях в сравнении с пулей, имеющей более низкий БК.

Оптимальный Вес Животного для варминтов

Формула Оптимального Веса Животного, с которой мы работаем, применима к крупным животным, вес которых превышает 100 фунтов. Матунас также разработал формулу Оптимального Веса Животного для варминтов, которая в точности такая же, как и формула

для крупных животных, за исключением используемой константы. Формула Оптимального Веса Животного для варминтов Матунаса следующая:

$$\hat{I}\ \hat{A}\text{Æ} = V^3 W^2 \cdot 5 \times 10^{-13}$$

И снова, *V*- это скорость, а *W*- это вес пули. В формуле Матунаса для варминтов используется константа $5x10^{-13}$ вместо $1.5x10^{-12}$. Все правила и ограничения формулы ОВЖ для крупного зверя применимы также и для варминтов.

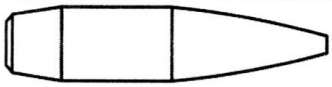
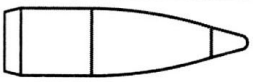
Один интересный контраст в варминт калибрах – это сравнение между патроном .223 Remington малой вместимости и .220 Swift большей вместимости. В соответствии с предыдущим анализом для пуль .30 калибра и крупной дичи, может показаться очевидным, что .220 Swift большей вместимости должен быть более убойным по варминтам на больших дальностях, чем меньший .223 Remington. При *всех прочих равных*, что вполне реально, тем не менее, существует один важный фактор для .223 Remington, который необходимо отметить. *Для болтовых винтовок с патронниками под .223 Remington довольно часто встречаются стволы с твистом 1:9″.* Для патронников .22 калибра большей вместимости, вроде .220 Swift, обычно делаются стволы с твистами 1:12″ или 1:14″. Важность этого факта в том, что .223 Remington может стабилизировать более длинные и тяжелые пули (с более высоким БК), чем .220 Swift с более медленным твистом. Я думаю, что причина того, что для патронов .22 калибра большей вместимости используются такие медленные твисты нарезов, состоит в том, что охотники обычно выбирают их для максимизации скорости, что делается с более легкими пулями. Более легкие пули не требуют быстрых твистов, и могут даже создавать проблемы, если их раскручивать до больших ОБ/МИН. На Рисунке 14.5 показана таблица убойности для 55-грановой пули Nosler Ballistic Tip, выстреливаемой из .220 Swift на скорости 3800 фт/с в сравнении с 70-грановой Berger VLD, выстреливаемой из .223 Remington на скорости 2900 фт/с.

На Рисунке 14.5 видно небольшое преимущество в убойной дальности для более медленной с более высоким БК пули в сравнении с более быстрой, но с меньшим БК. Необходимо отметить, что 70-грановая Berger VLD классифицируется как варминт пуля, в то время как 55-грановая Nosler Ballistic Tip – это варминт пуля с легендарным послужным списком. То есть, даже несмотря на то, что формула ОВЖ предсказала преимущество .223 Remington, использующему 70-грановую VLD, факт в том, что формула ОВЖ не учитывает конструкцию пули и ее экспансивность. Можно ожидать, что Nosler Ballistic Tip раскроется более драматично, чем Berger VLD, особенно потому, что эта VLD классифицируется как пуля для стрельбы по *мишеням*, а не варминт пуля. В реальном мире, лучшие терминальные характеристики пули Ballistic Tip, вероятно, перевесят тот факт, что она обладает меньшей энергией на дальности, чем более тяжелая пуля, выпущенная из меньшего патрона. Для очень мелких варминтов, вроде степных собачек, которые весят менее 5 фунтов, даже неэкспансивная пуля .22 калибра будет достаточно убойной. Когда вы собираетесь на более крупных варминтов, вроде лисы или койота, которые могут весить более 10-15 фунтов, конструкция пули начинает приобретать критическую важность.

В предыдущем примере окружным путем мы пришли к выводу о том, *что шаг нарезов нарезного ствола может оказывать влияние на убойность винтовок,* так как позволяет стабилизировать более тяжелые пули.

На оставшихся страницах этой главы будут представлены таблицы убойности для всех охотничьих пуль, которые я протестировал на БК. Таблицы убойности будут представлены для всех брэндов по калибру для скоростей, типичных для гильз от средней до большой вместимости. Эти таблицы убойности могут быть использованы как в качестве направляющей линии при выборе пуль для охоты, а также для сравнения влияния дульной скорости и БК на убойность пули. Как подчеркивается во многих местах этой книги, информация об *управляющих тенденциях* не менее полезна, чем реальные цифры. Помните, что эти таблицы представляют примерную *оптимальную дальность* для пуль, а не абсолютные максимальные

убойные дальности. Выстрелы, производимые дальше показанных в таблицах дальностей еще могут оказаться убойными, но с намного меньшей вероятностью они приведут к появлению достаточной гидростатической ударной волны, необходимой для немедленного обездвиживания животного.

Пуля	ПН	i_7	G7 БК	G1 БК
 Berger 70 VLD	0.199	1.050	0.190	0.371
 Nosler 55 Ballistic Tip	0.157	1.206	0.130	0.255

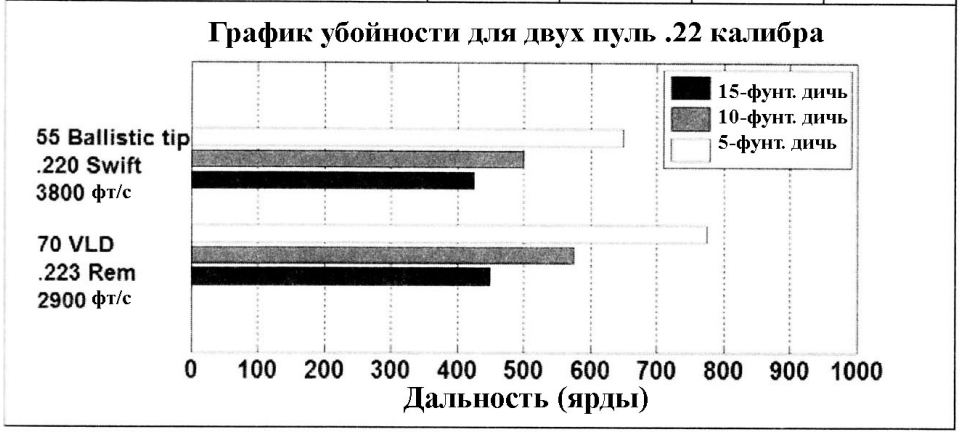
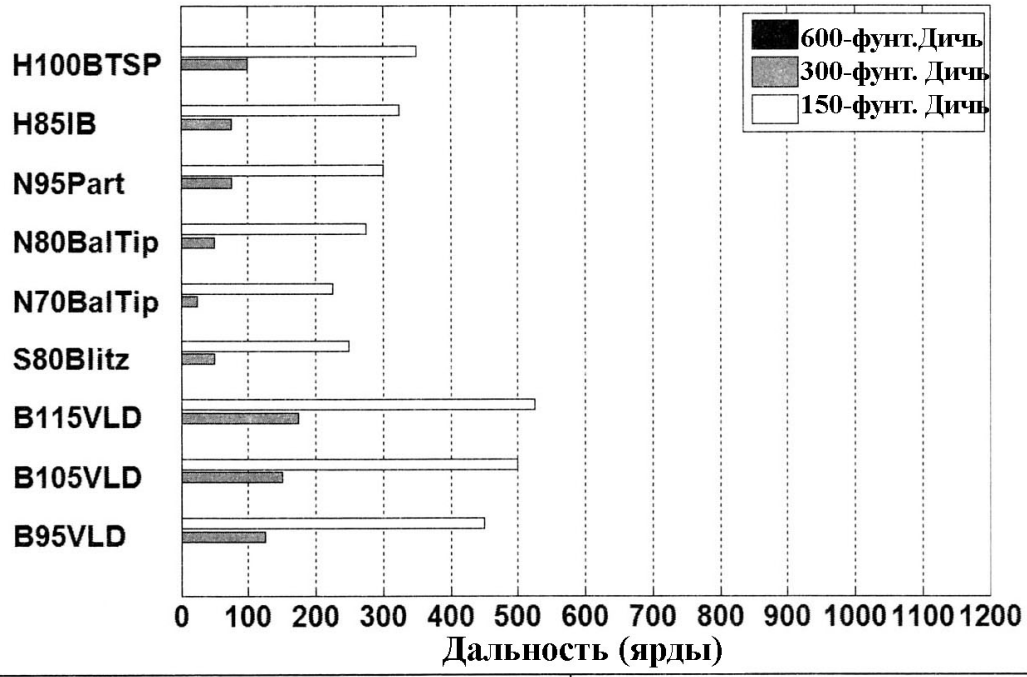


Рисунок 14.5. Высокая дульная скорость .220 Swift с более легкой пулей приводят к меньшим убойным дальностям, чем у .223 Remington с пулей, обладающей более высоким БК, на меньшей дульной скорости.

Многие брэнды пуль и их названия сокращены в приведенных ниже таблицах, чтобы они могли поместиться в ячейки. Например, Nosler 180 гран Ballistic Tip сокращена до Nos180BT или N180BT, и т.д.

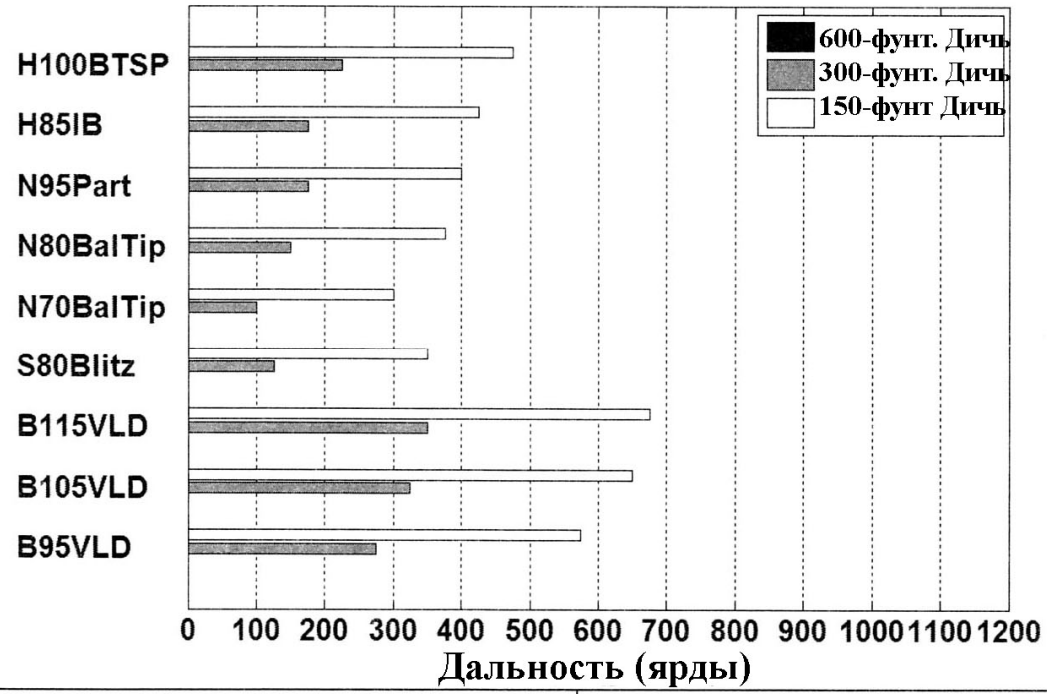
Таблица убойности для 6-мм Гильзы Средней вместимости
(Вроде 243 Winchester)



			Макс. Оптимал. Дальность		
Пуля	**БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Horn 100 BTSP	0.386	3000	350	100	0
Horn 85 Intbond	0.372	3254	325	75	0
Nosler 95 Part	0.345	3078	300	75	0
Nos 80 BallTip	0.323	3354	275	50	0
Nos 70 BallTip	0.279	3586	225	25	0
Sierra 80 Blitz	0.302	3354	250	50	0
Berger 115 VLD	0.551	2798	525	175	0
Berger 105 VLD	0.532	2928	500	150	0
Berger 95 VLD	0.486	3078	450	125	0

Рисунок 14.6

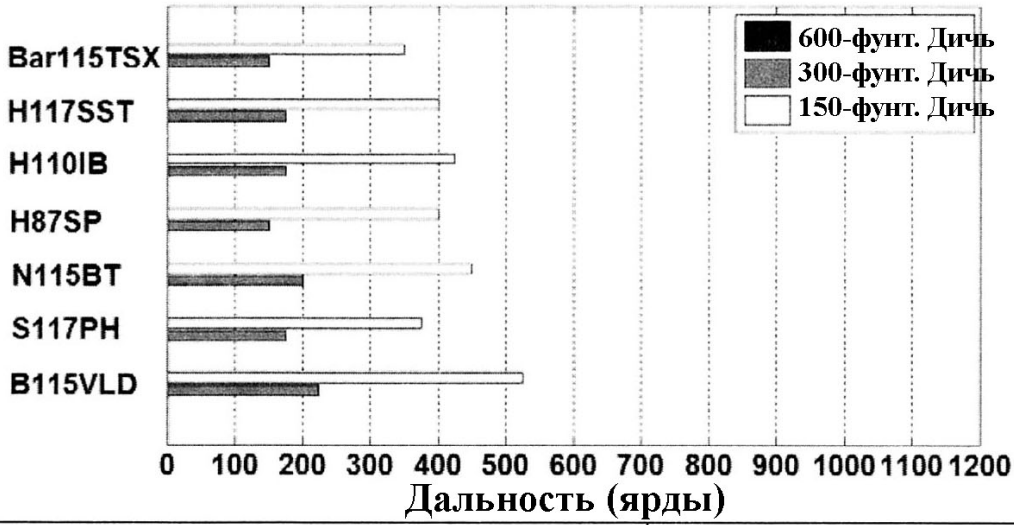
Таблица убойности для 6-мм гильз Большой Вместимости
(Вроде 240 Weatherby Magnum)



			Макс. Оптимал. Дальность		
Пуля	**БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Horn 100 BTSP	0.386	3300	475	225	0
Horn 85 Intbond	0.372	3579	425	175	0
Nosler 95 Part	0.345	3386	400	175	0
Nos 80 BallTip	0.323	3690	375	150	0
Nos 70 BallTip	0.279	3944	300	100	0
Sierra 80 Blitz	0.302	3690	350	125	0
Berger 115 VLD	0.551	3077	675	350	0
Berger 105 VLD	0.532	3220	650	325	0
Berger 95 VLD	0.486	3386	575	275	0

Рисунок 14.7

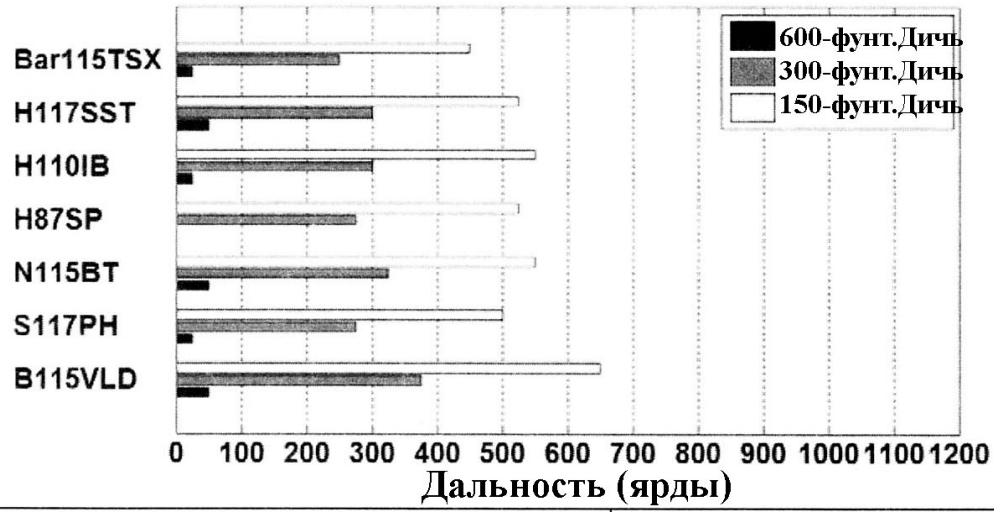
Таблица убойности для гильз Средней вместимости .257 калибра
(Вроде .257 Roberts)



			Макс. Оптим. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Barnes 115 TSX FB	0.164	2950	350	150	0
Hornady 117 SST	0.188	2925	400	175	0
Hornady 110 Intbnd	0.204	3016	425	175	0
Hornady 87 SP	0.149	3392	400	150	0
Nosler 115 Ball Tip	0.204	2950	450	200	0
Sierra 117 Pro Hnt	0.180	2925	375	175	0
Berger 115 VLD	0.239	2950	525	225	0

Рисунок 14.8

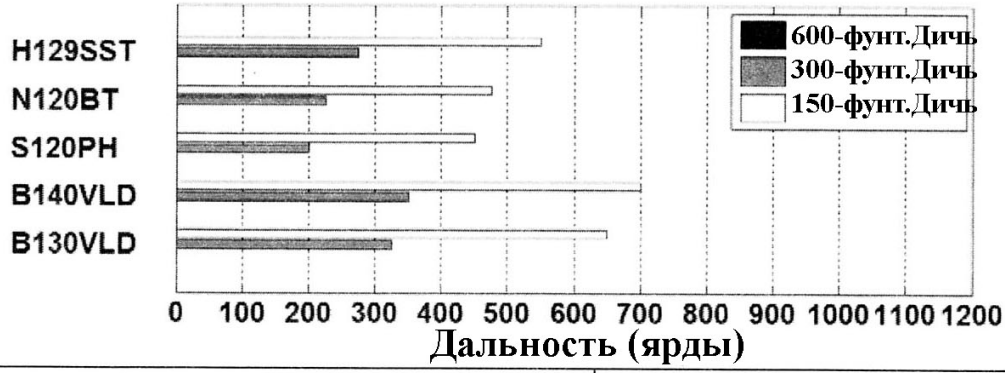
Таблица убойности для гильз Большой вместимости калибра .257
(Вроде 257 Weatherby Magnum)



			Макс. Оптимал.Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Barnes 115 TSX FB	0.164	3250	450	250	25
Hornady 117 SST	0.188	3222	525	300	50
Hornady 110 Intbnd	0.204	3323	550	300	25
Hornady 87 SP	0.149	3737	525	275	0
Nosler 115 Ball Tip	0.204	3250	550	325	50
Sierra 117 Pro Hnt	0.180	3222	500	275	25
Berger 115 VLD	0.239	3250	650	375	50

Рисунок 14.9

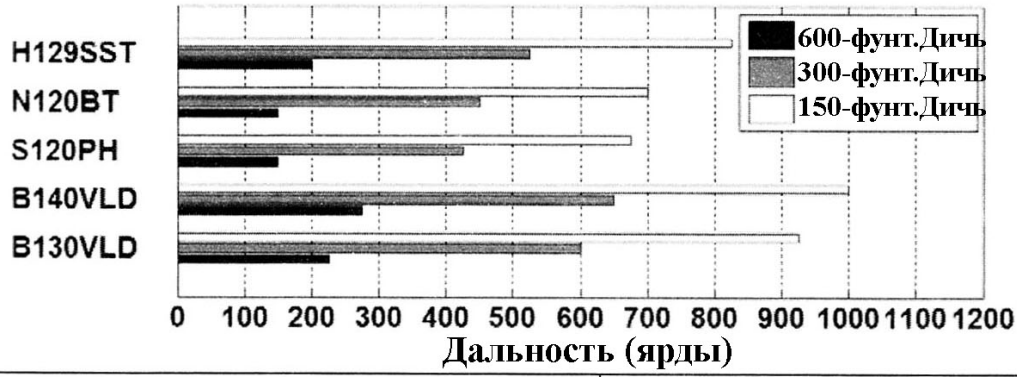
Таблица убойности для 6.5-мм гильз Средней вместимости
(Вроде 6.5x55 мм)



			Макс. Оптим. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Horn 129 SST	0.247	2813	550	275	0
Nos 120 Ball Tip	0.214	2916	475	225	0
Sier 120 ProHunt	0.204	2916	450	200	0
Berger 140 VLD	0.313	2700	700	350	0
Berger 130 VLD	0.282	2802	650	325	0

Рисунок 14.10

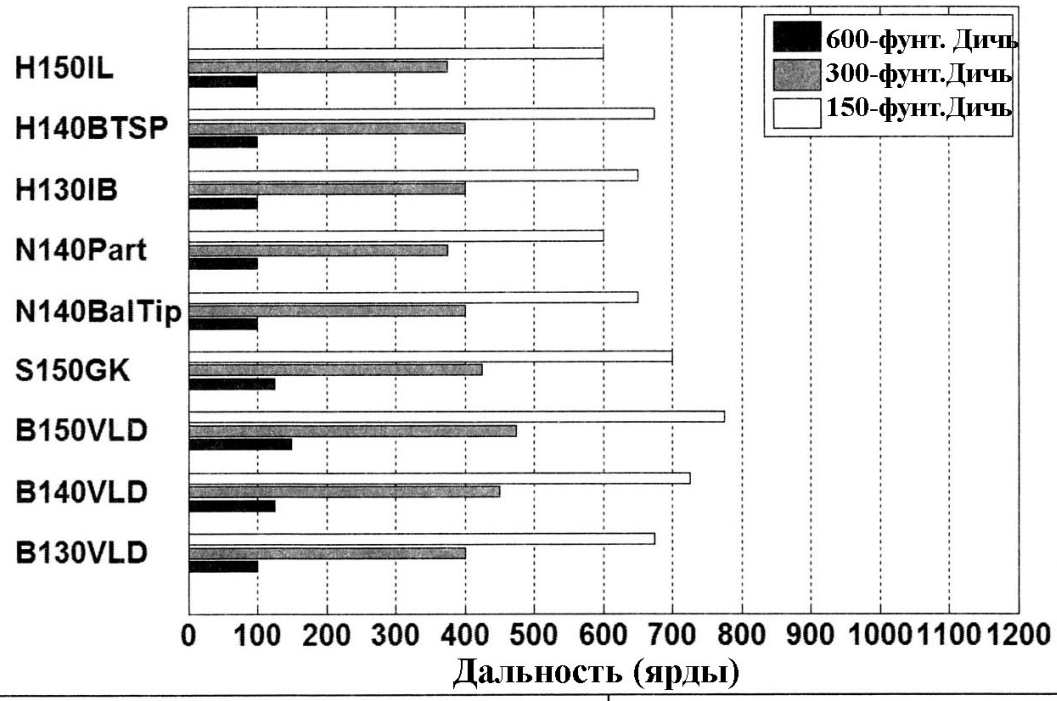
Таблица убойности для 6.5-мм гильз Большой вместимости
(Вроде 264 Winchester Magnum)



			Макс. Оптимал. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Horn 129 SST	0.247	3334	825	525	200
Nos 120 Ball Tip	0.214	3456	700	450	150
Sier 120 ProHunt	0.204	3456	675	425	150
Berger 140 VLD	0.313	3200	1000	650	275
Berger 130 VLD	0.282	3321	925	600	225

Рисунок 14.11

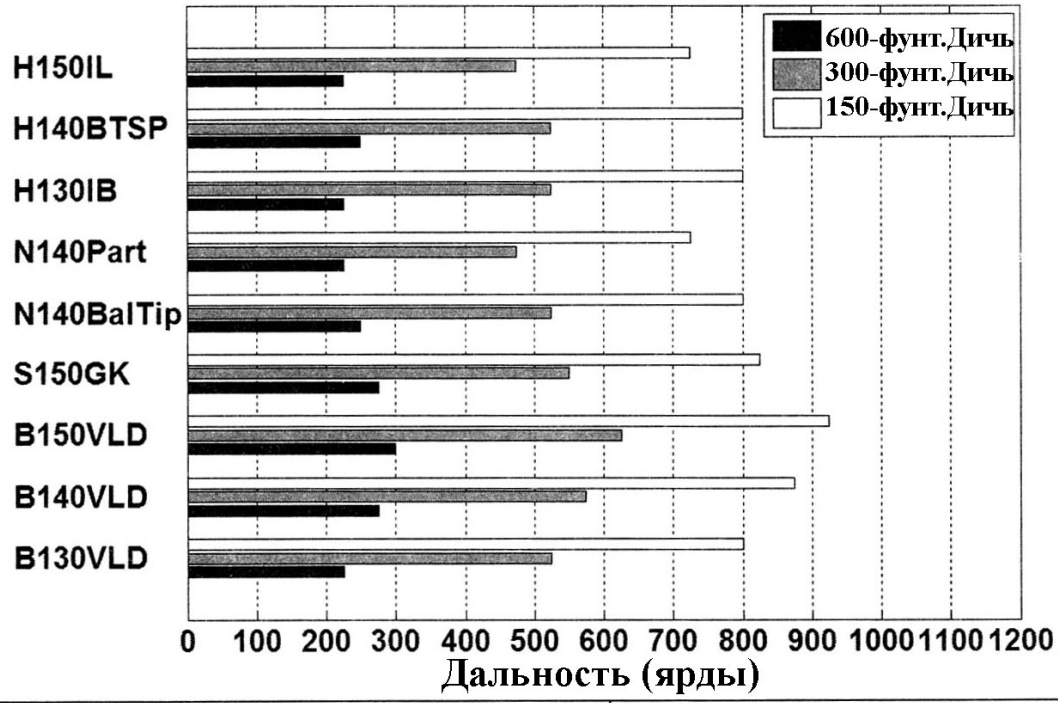
Таблица убойности для гильз Средней вместимости .277 калибра
(Вроде 270 Winchester)



			Макс. Оптимал. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Horn 150 IL	0.206	2898	600	375	100
Horn 140 BTSP	0.228	3000	675	400	100
Horn 130 IntBond	0.227	3113	650	400	100
Nosler 140 Part	0.207	3000	600	375	100
Nosler 140 BallTip	0.227	3000	650	400	100
Sier 150 GameKing	0.237	2898	700	425	125
Berger 150 VLD	0.263	2898	775	475	150
Berger 140 VLD	0.249	3000	725	450	125
Berger 130VLD	0.231	3113	675	400	100

Рисунок 14.12

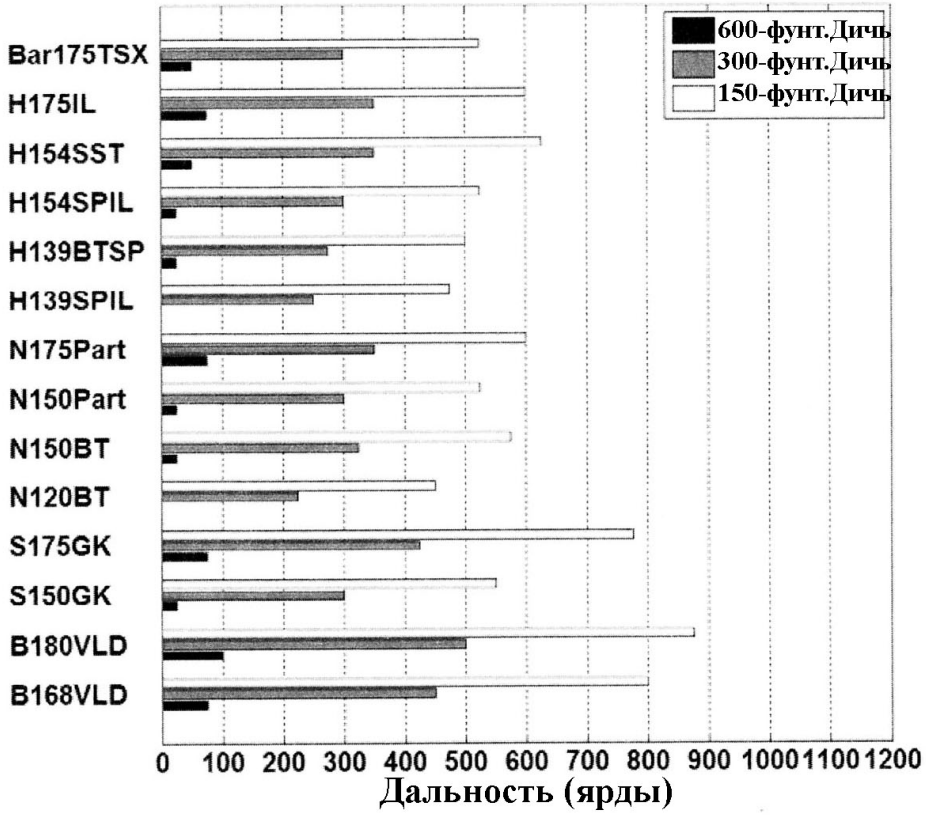
Таблица убойности для гильз Большой вместимости .277 калибра
(Вроде 270 Weatherby Magnum)



			Макс. Оптимал.Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Horn 150 IL	0.206	3188	725	475	225
Horn 140 BTSP	0.228	3300	800	525	250
Horn 130 IntBond	0.227	3425	800	525	225
Nosler 140 Part	0.207	3300	725	475	225
Nosler 140 BallTip	0.227	3300	800	525	250
Sier 150 GameKing	0.237	3188	825	550	275
Berger 150 VLD	0.263	3188	925	625	300
Berger 140 VLD	0.249	3300	875	575	275
Berger 130VLD	0.231	3425	800	525	225

Рисунок 14.13

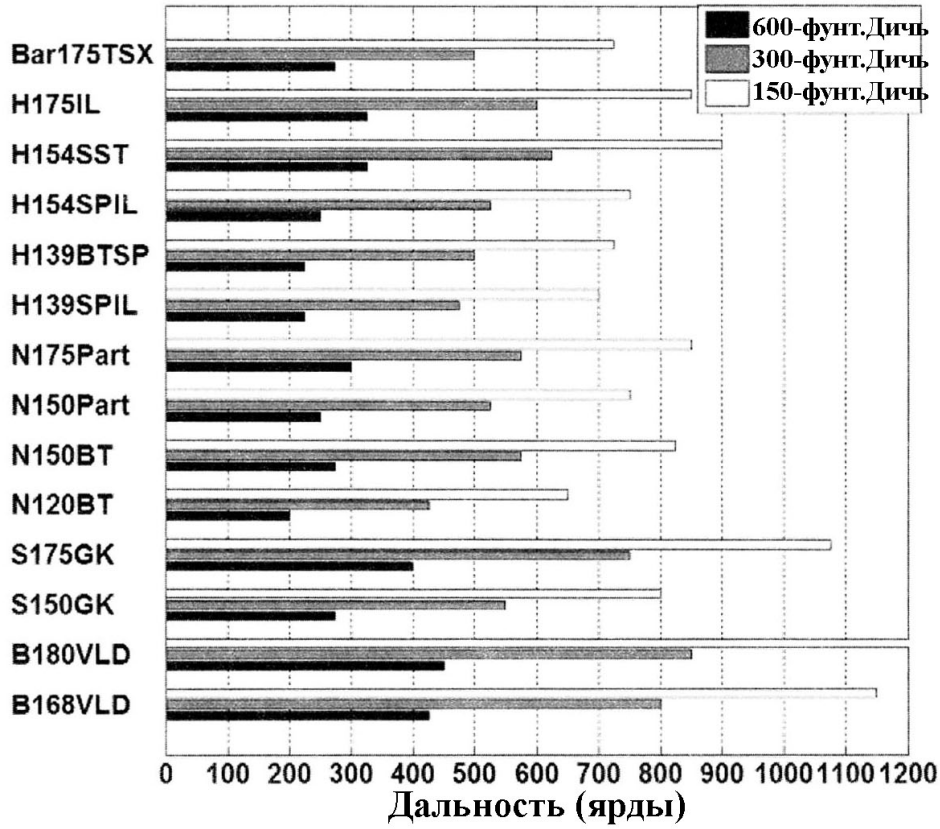
Таблица убойности для 7-мм гильз Средней вместимости
(Вроде 7мм-08)



			Макс. Оптим.Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Bar 175 TSX	0.203	2500	525	300	50
Horn 175 IL	0.236	2500	600	350	75
Horn 154 SST	0.251	2665	625	350	50
Horn 154 SPIL	0.210	2665	525	300	25
Horn 139 BTSP	0.204	2805	500	275	25
Horn SPIL	0.196	2805	475	250	0
Nos 175 Part	0.232	2500	600	350	75
Nos 150 Part	0.212	2700	525	300	25
Nos 150 BallTip	0.229	2700	575	325	25
Nos 120 BallTip	0.185	3019	450	225	0
Sier 175 GK	0.296	2500	775	425	75
Sier 150 GK	0.220	2700	550	300	25
Berger 180 VLD	0.337	2465	875	500	100
Berger 168 VLD	0.316	2552	800	450	75

Рисунок 14.14

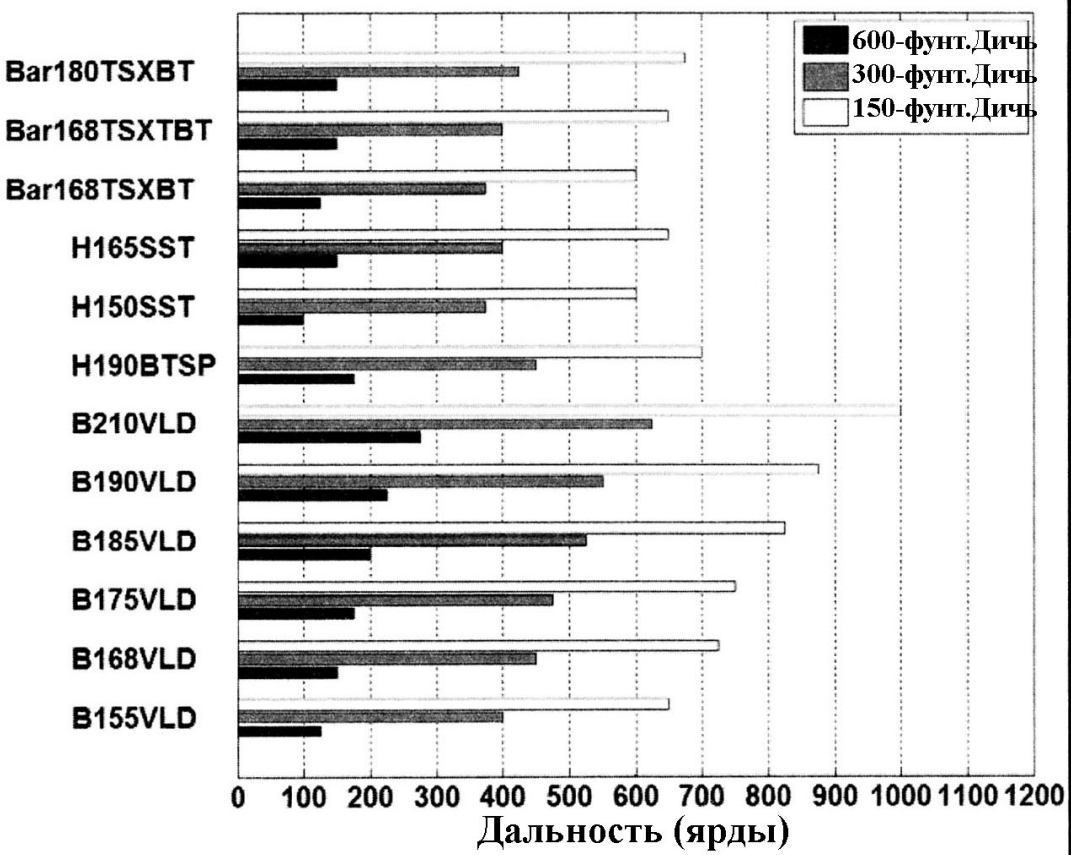
Таблица убойности для 7-мм гильз Большой вместимости
(Вроде 7мм Remington Magnum)



			Макс. Оптим.Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Bar 175 TSX	0.203	3000	725	500	275
Horn 175 IL	0.236	3000	850	600	325
Horn 154 SST	0.251	3198	900	625	325
Horn 154 SPIL	0.210	3198	750	525	250
Horn 139 BTSP	0.204	3366	725	500	225
Horn SPIL	0.196	3366	700	475	225
Nos 175 Part	0.232	3000	850	575	300
Nos 150 Part	0.212	3240	750	525	250
Nos 150 BallTip	0.229	3240	825	575	275
Nos 120 BallTip	0.185	3623	650	425	200
Sier 175 GK	0.296	3000	1075	750	400
Sier 150 GK	0.220	3240	800	550	275
Berger 180 VLD	0.337	2958	1225	850	450
Berger 168 VLD	0.316	3062	1150	800	425

Рисунок 14.15

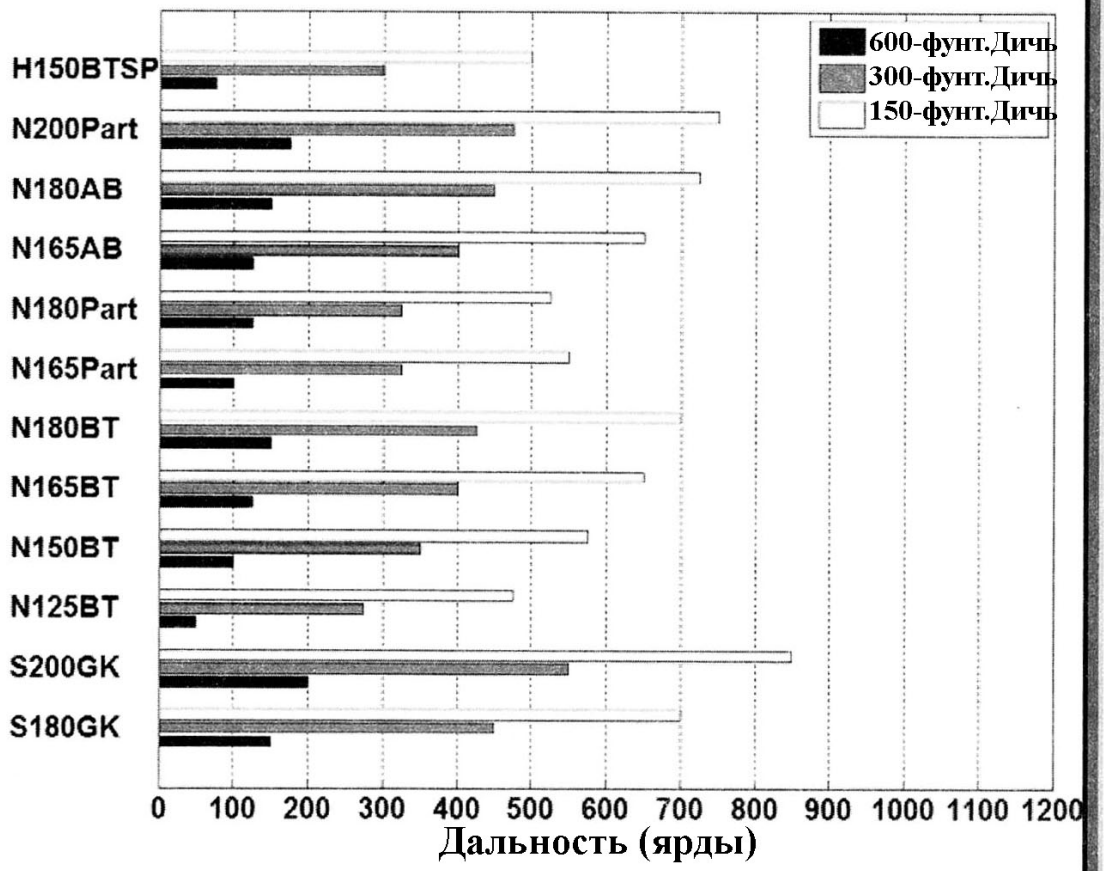
Таблица убойности для гильз Средней вместимости 30 калибра
(Вроде .308 Winchester)



			Макс. Оптим.Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Bar 180 TSX BT	0.229	2645	675	425	150
Bar 168 TSXBT	0.222	2738	650	400	150
Bar 168 TSXTBT	0.207	2738	600	375	125
Horn 165 SST	0.224	2762	650	400	150
Horn 150 SST	0.206	2897	600	375	100
Horn 190 BTSP	0.238	2574	700	450	175
Berger 210 VLD	0.323	2449	1000	625	275
Berger 190 VLD	0.291	2574	875	550	225
Berger 185 VLD	0.281	2609	825	525	200
Berger 175 VLD	0.255	2682	750	475	175
Berger 168 VLD	0.242	2738	725	450	150
Berger 155 VLD	0.225	2850	650	400	125

Рисунок 14.16

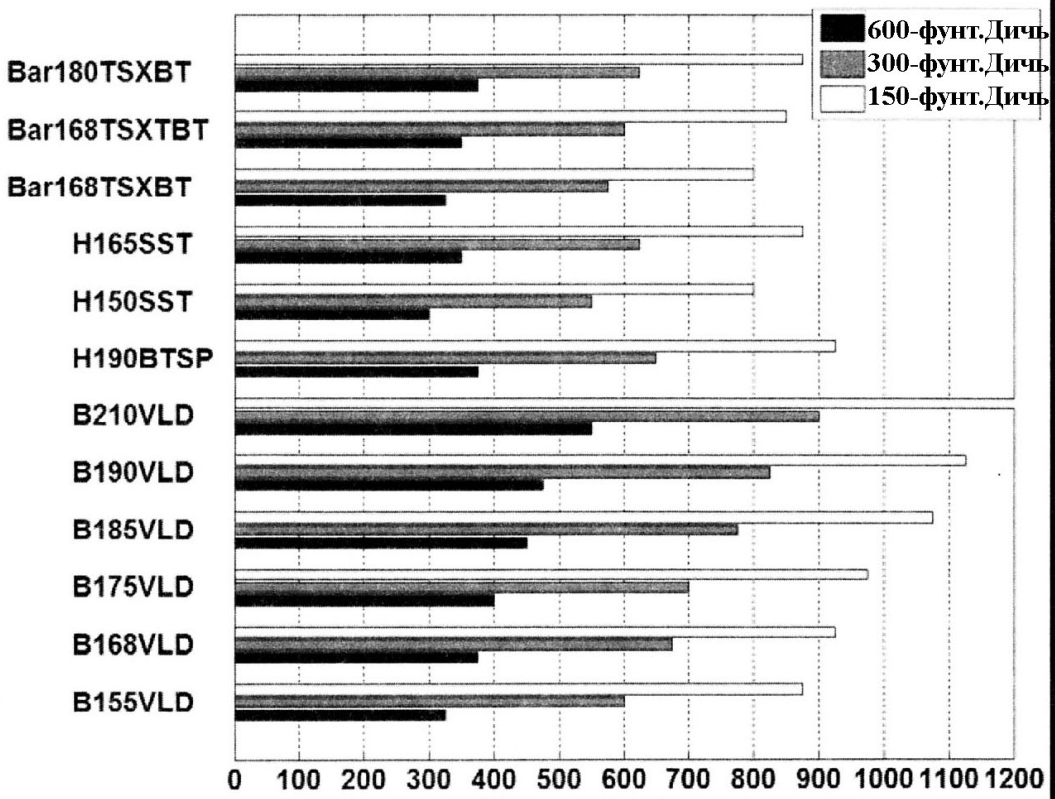
Таблица убойности гильз Средней вместим. 30 калибра (продолж.)
(Вроде .308 Winchester)



			Макс. Оптимал. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Horn 150 BTSP	0.173	2897	500	300	75
Nos 200 Part	0.250	2509	750	475	175
Nos 180 AcBond	0.246	2645	725	450	150
Nos 165 AcBond	0.228	2762	650	400	125
Nos 180 Part	0.184	2645	525	325	125
Nos 165 Part	0.188	2762	550	325	100
Nos 180 BallTip	0.241	2645	700	425	150
Nos 165 BallTip	0.227	2762	650	400	125
Nos 150 BallTip	0.203	2897	575	350	100
Nos 125 BallTip	0.167	3174	475	275	50
Sier 200 GK	0.290	2509	850	550	200
Sier 180 GK	0.242	2645	700	450	150

Рисунок 14.17

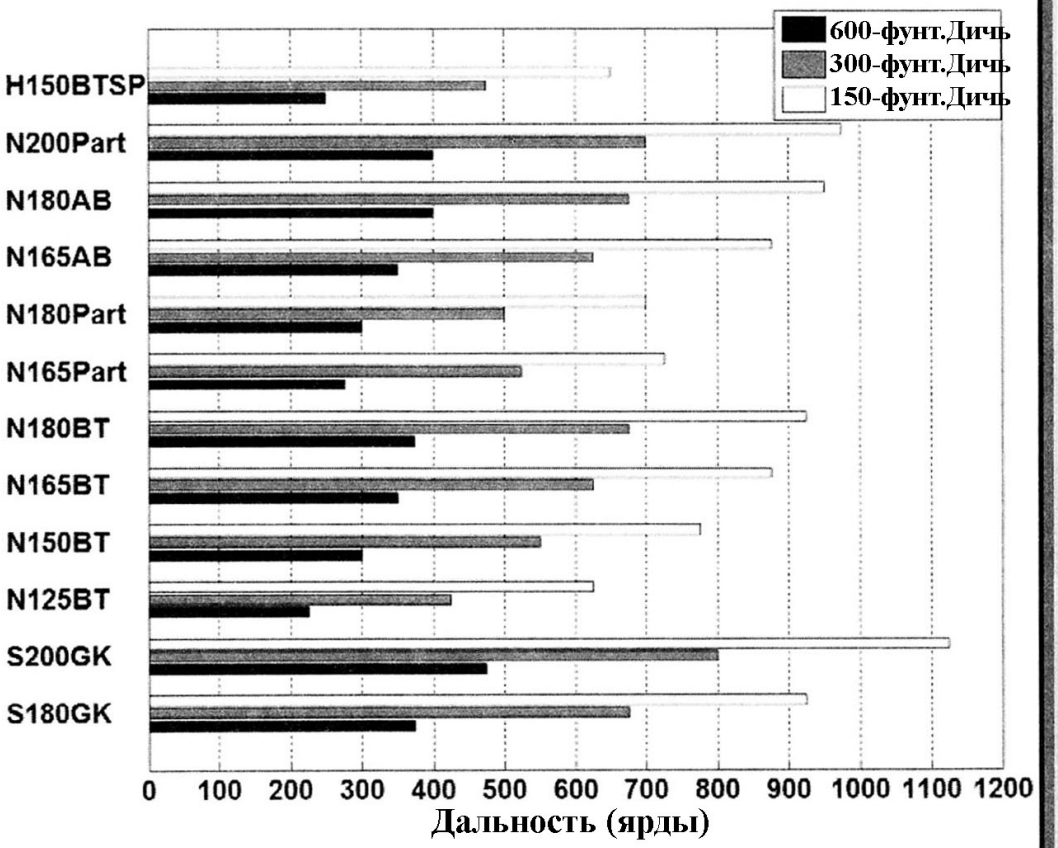
Таблица убойности для гильз Большой вместимости 30 калибра
(Вроде 300 Weatherby Magnum)



			Макс.Оптимал. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Bar 180 TSX BT	0.229	3082	875	625	375
Bar 168 TSXBT	0.222	3190	850	600	350
Bar 168 TSXTBT	0.207	3190	800	575	325
Horn 165 SST	0.224	3219	875	625	350
Horn 150 SST	0.206	3376	800	550	300
Horn 190 BTSP	0.238	3000	925	650	375
Berger 210 VLD	0.323	2854	1275	900	550
Berger 190 VLD	0.291	3000	1125	825	475
Berger 185 VLD	0.281	3040	1075	775	450
Berger 175 VLD	0.255	3126	975	700	400
Berger 168 VLD	0.242	3190	925	675	375
Berger 155 VLD	0.225	3321	875	600	325

Рисунок 14.18

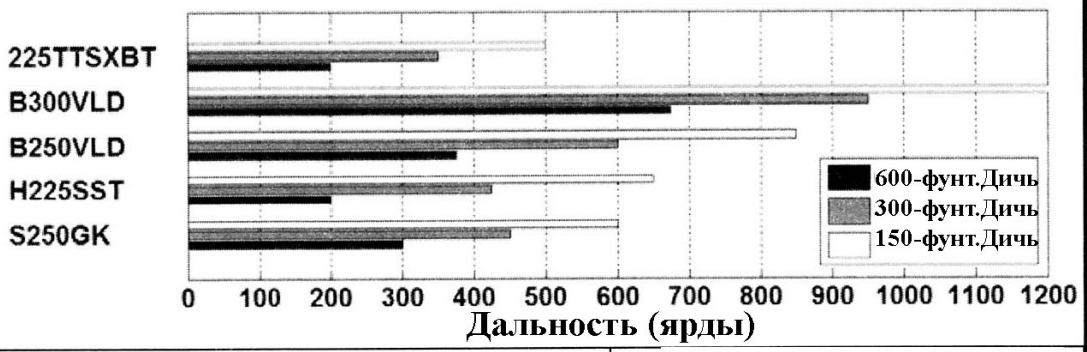
Таблица убойности для гильз Большой вмест. 30 кал. (продолж.)
(Вроде 300 Weatherby Magnum)



			Макс.Оптимал. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Horn 150 BTSP	0.173	3376	650	475	250
Nos 200 Part	0.250	2924	975	700	400
Nos 180 AcBond	0.246	3082	950	675	400
Nos 165 AcBond	0.228	3219	875	625	350
Nos 180 Part	0.184	3082	700	500	300
Nos 165 Part	0.188	3219	725	525	275
Nos 180 BallTip	0.241	3082	925	675	375
Nos 165 BallTip	0.227	3219	875	625	350
Nos 150 BallTip	0.203	3376	775	550	300
Nos 125 BallTip	0.167	3699	625	425	225
Sier 200 GK	0.290	2924	1125	800	475
Sier 180 GK	0.242	3082	925	675	375

Рисунок 14.19

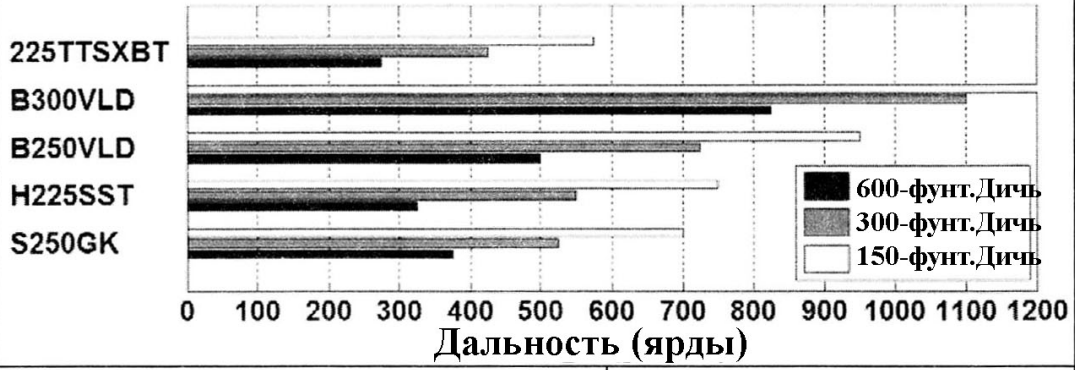
Таблица убойности для гильз Средней вместимости .338 калибра
(Вроде .338-06)



			Макс. Оптимал. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Bar 225 TTSXBT	0.253	2846	500	350	200
Berger 300 VLD	0.468	2465	1275	950	675
Berger 250 VLD	0.390	2700	850	600	375
Horn 225 SST	0.381	2846	650	425	200
Sier 250 GK	0.266	2700	600	450	300

Рисунок 14.20

Таблица убойности для гильз Большой вместимости .338 калибра
(Вроде .338 Lapua Magnum)



			Макс. Оптимал. Дальность		
Пуля	**G7 БК**	**ДС**	**150lb дичь**	**300lb дичь**	**600lb дичь**
Bar 225 TTSXBT	0.253	3162	575	425	275
Berger 300 VLD	0.468	2738	1425	1100	825
Berger 250 VLD	0.390	3000	950	725	500
Horn 225 SST	0.381	3162	750	550	325
Sier 250 GK	0.266	3000	700	525	375

Рисунок 14.21

Глава 15: Вероятность Попадания для Охоты

В предыдущей главе была представлена модель убойности охотничьих пуль, что является одним из ограничивающих факторов в охотах на большие дальности. В этой Главе мы сфокусируемся на другом важном ограничении, которым является точность. После того, как определите подходящую максимальную дальность для выбранных вами винтовки и пули, важно понять возможные погрешности, которые могут вызвать промах мимо намеченной точки попадания. Точность, очевидно, является очень важным фактором в охотах на большие дальности. Вам не только нужно попасть по животному, но также попадание должно быть сделано в жизненно важную область, занимающую малый процент от полного размера животного. Если вы достаточно точны и можете надежно укладывать выстрелы в малую жизненно важную область вашей мишени, вы можете эффективно увеличивать убойную дальность посредством лучшего расположения попадания.

В этой главе мы сфокусируемся на общей модели, в которой попытаемся количественно описать вероятность попадания в определенную мишень с учетом уникальных существующих полевых переменных. К примеру, если вы знаете свойственную вашей винтовке кучность (способность стрелять группы), вариации дульной скорости, погрешность чтения ветра, дальность до цели и размер цели, вы должны суметь оценить вероятность успешного поражения цели первым выстрелом. Как и в предыдущей главе, посвященной убойности, нашей целью здесь не является получение однозначных цифр, точных на 100%. Наоборот, наша цель – выявить управляющие тенденции и определить некоторые реалистичные указания для процесса принятия решений.

Учет неопределенностей

В стрельбе на большие дальности может быть множество переменных. Большинство переменных может быть измерено и учтено. Они известны под названием *детерминистских переменных.* Примеры детерминистских переменных: гравитационное понижение, дальность, атмосферные условия, наклон винтовки (завал), и деривация. Каждую детерминистскую переменную можно вычислить и взять на нее поправку. Если бы все переменные были детерминистскими, стрелкам оставалось бы только ограничиваться кучностью, свойственной их винтовкам (способности стрелять группы). К примеру, если винтовка способна стрелять 10″ группы на 1000 ярдов, вы могли бы ожидать, что ваша винтовка способна надежно поражать 10″ цель на 1000 ярдах, и т.д. Но стрелки на большие дальности знают, что в реальности вы не можете рассчитывать на идеальную точку попадания по цели. Причина в том, что при стрельбе на большие дальности существуют *недетерминистские переменные*. Недетерминистские переменные – это те переменные, которые невозможно измерить точно или рассчитать для каждого выстрела.

Двумя самыми крупными недетерминистскими переменными, оставшимися в стрельбе на большие дальности, являются определение ветра и вариации дульной скорости. Более того, существуют эффекты стрельбы из *холодного ствола.*

Следующий анализ проведем исходя из предположения о том, что стрелок измерил и учел все детерминистские переменные, и сфокусируемся на эффектах недетерминистских переменных.

На Рисунке 15.1 показано, какой недетерминистский эффект оказывают вариации дульной скорости и ветровой снос вместе на форму возможной зоны попадания для заданного набора недетерминистских переменных. Наша цель – определить размер и форму зоны попадания с учетом некоторых недетерминистских переменных.

Шаг 1: Установить базис.

Это свойственная винтовке кучность, и ее можно определить по средним группам на коротких дальностях. Важно в этой части быть искренним. Целью здесь является расчет среднего потенциала группировки выстрелов винтовкой, а не самая лучшая группа из 3 выстрелов. Хороший способ определения базиса – *это усреднение 5 групп по 5 выстрелов в каждой*. Это позволит хорошо оценить свойственную винтовке кучность. В отличие от распространенного среди многих оружейных авторов и стрелков мнения, одиночная группа из 3 выстрелов бесполезна для определения потенциальной способности стрелять группы любой винтовки.

Для этого примера мы рассмотрим винтовку калибра .30-06, стреляющую 185-грановыми пулями со средней дульной скоростью 2850 фт/с. *Винтовку смоделируем способной стрелять 1″ группы на 100 ярдов в среднем.* Для данного анализа мы рассмотрим зону попаданий на 500 ярдов. В соответствии с принципами разброса пуль, приведенными в Главе 11, мы можем экстраполировать размер группы со 100 ярдов на 500, основываясь на времени полета пули. Время полета пуль на 100 ярдов составляет 0.1084 секунды, а на 500 ярдов – 0.6154 секунды. Так как винтовка способна стрелять группы в 1 дюйм на 100 ярдов, мы можем рассчитывать на разброс, который приведет к отстрелу группы на 500 ярдов размером 1 дюйм умножить на 0.6154/0.1084 = 5.7 дюймов минимум.

Следующая информация, которая нам понадобится, это экстремальный разброс вариаций дульной скорости для рассматриваемого заряда. Экстремальный разброс (ЭР) необходимо измерять для максимально возможного количества выстрелов; как минимум, размер выборки должен составить 10 выстрелов. В качестве альтернативы вы можете использовать 4 среднеквадратических отклонения в качестве оценки экстремального разброса дульной скорости (+/- 2 среднеквадратических отклонения представляют 95% пределов вероятности). Эти статистические данные по дульной скорости будут использованы для характеристики неопределенности, обусловленной этой недетерминистской переменной так, чтобы мы могли коррелировать ее на ожидаемый вертикальный разброс. В этом примере, *мы будем использовать экстремальный разброс в 60 фт/с по дульной скорости.* Это примерно коррелируется со среднеквадратическим отклонением примерно 15 фт/с.

Последняя часть информации, которая нам понадобится для шага 1, это неопределенность поперечного ветра, схожая с применявшейся в анализе стрельбы по мишеням в предыдущих разделах. Это сложная для учета переменная, потому что это в чистом виде оценка ваших способностей оценивать среднюю скорость поперечного ветра между вами и мишенью. То, насколько точно это можно сделать, зависит от доступных индикаторов, сложности рисунка ветра и точности оценки стрелком. Вы можете получить идею о том, насколько точно вы можете оценивать ветер, если возьмете в поле ветромер, оцените скорость ветра и посмотрите, насколько близко ваша оценка соответствует реальной скорости ветра. Это упражнение также послужит отличным учебным опытом, и позволит вам откалибровать ваши наблюдения в точные скорости ветра. Вам нужно оценить свою способность оценивать скорость поперечного ветра в милях в час. *Для этого примера мы скажем, что стрелок способен оценивать поперечный ветер с точностью +/- 2 мили/ч.*

Итак, исходные параметры, которые мы будем использовать для создания анализа зоны попадания на 500 ярдов, следующие:

- Винтовка способна стрелять в среднем 1″ группы на 100 ярдов: экстраполяцией нашли 5.7 дюймов минимум на 500 ярдов.
- 60 фт/с экстремального разброса дульной скорости
- +/- 2 мили/ч неопределенности скорости поперечного ветра

Свойственная кучность винтовки и экстремальный разброс дульной скорости можно считать достаточно постоянными величинами, в то время как неопределенность скорости ветра – это то, что может отличаться для каждого выстрела.

Шаг 2: Переведем эти неопределенности в дюймы отклонения на дальности расположения мишени.

Это можно легко сделать с помощью прилагаемого программного обеспечения. Вначале рассмотрим вертикальную плоскость. Используя все вышеуказанные переменные, рассчитаем понижение на 500 ярдов для средней дульной скорости. 185-грановая пуля на 2850 фут/с будет иметь около 49″ понижения на 500 ярдах относительно пристрелки на 100 ярдов. Теперь прибавим ½ экстремального разброса к дульной скорости, и посмотрим, какой будет разница в понижении. Дополнительные 30 фт/с дульной скорости заставят пулю попасть примерно на 1.2″ выше на 500 ярдов, так что вы можем ожидать +/- 1.2″ или 2.4″ вертикального разброса в дополнение к 5.7″ свойственной кучности винтовки на 500 ярдах.

Теперь сделаем небольшой финт. Чтобы количественно описать полный вертикальный разброс, мы не можем просто прибавить 5.7″ к 2.4″. Вероятная величина для множества случайных ошибок рассчитывается по методу Корня из Суммы Квадратов (КСК). Математически, эта сумма записывается:

$$ÊÑÊ = \sqrt{à^2 + b^2}$$

Где *a* и *b* – это два складываемых компонента. В данном случае, вероятный полный вертикальный разброс будет:

$$ÊÑÊ = \sqrt{5.7^2 + 2.4^2}$$

$$ÊÑÊ = 6.2\ äþéì\ à$$

Итак, вероятный полный разброс, обусловленной свойственной кучностью винтовки и вариациями скорости, составит в целом 6.2″.

Теперь давайте рассмотрим горизонтальную плоскость.

Мы оценили неопределенность поперечного ветра в +/- 2 мили/ч для данного примера. Снова, используя баллистическую программу, преобразуем эту неопределенность ветра в дюймы отклонения для существующих переменных. В данном случае, поперечный ветер в 2 мили/ч приведет к +/- 3.1″ ветрового сноса на 500 ярдов, полная горизонтальная ошибка – 6.2″. КСК горизонтальных компонентов разброса дает:

$$ÊÑÊ = \sqrt{5.7^2 + 6.2^2}$$

$$ÊÑÊ = 8.4\ äþéì\ à$$

Итак, вероятный полный горизонтальный разброс составляет +/- 4.2 дюйма, или 8.4 дюйма всего на 500 ярдах для тех значений недетерминистских переменных, которые мы использовали в этом примере. Эту информацию лучше представить визуально. Рассмотрим Рисунок 15.1, иллюстрирующий ожидаемый совокупный разброс.

Обратите внимание на то, как вариации дульной скорости добавляют немного неопределенности к вертикальной форме группы, и неопределенность ветра добавляет некоторую неопределенность к горизонтальной форме. Контур вероятного поражения в нижней правой части Рисунка 15.1 показывает регионы и связанные с ними вероятности попадания. К примеру, существует 67% вероятности того, что пуля попадет во внутренний круг (2.1 дюйма высотой на 2.8 дюйма шириной), 95% вероятности, что ваши пули попадут в следующее по размеру кольцо (4.1 дюйма высотой и 5.6 дюймов шириной), и 99% вероятности, что пули попадут в самое большое кольцо (6.2 дюйма высотой на 8.4 дюйма шириной).

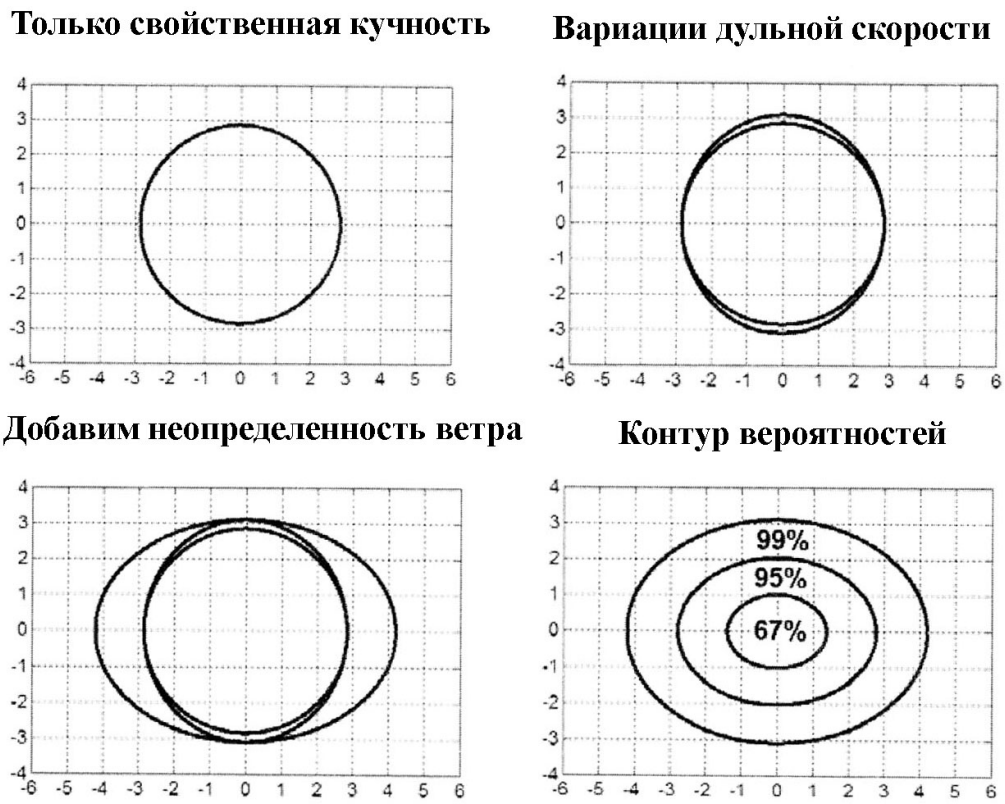


Рисунок 15.1 Суммарное влияние недетерминистских переменных на 500-ярдовой мишени.

Очень важно помнить, что в этом анализе мы предположили, что *все детерминистские переменные рассчитаны и учтены.* Если винтовка слегка завалена, деривация не учтена, выстрел производился из позиции с плохой поддержкой винтовки, прицельные приспособления не были точно откалиброваны и отрегулированы, точка пристрелка установлена не точно, и т.д., и т.п, зона попадания будет иметь тот же размер, *но она не будет центрирована с точкой прицеливания,* что добавляет вероятности промаху. На Рисунке 15.2 показана вероятная зона попадания из предыдущего примера и ее относительный размер на жизненно-важной области оленя; а также влияние не учета детерминистских переменных.

Как видно из Рисунка 15.2, если все детерминистские переменные учтены, тогда неопределенность, обусловленная вариацией дульной скорости и погрешностью определения ветра, не позволит промахнуться по типичному белохвостому оленю на дальности 500 ярдов (слева). Тем не менее, если детерминистские переменные учтены не идеально, зона поражения может оказаться смещенной относительно точки прицеливания, и это приведет к промаху. В примере на Рисунке 15.2 зона попадания смещена примерно на 15 дюймов. На 500 ярдах, если винтовка завалена всего на 5 градусов, это вызовет поперечное смещение точки попадания на 4.3 дюйма в данном примере. Наоборот, деривация составит всего 1.4 дюйма на этой дальности. Наиболее вероятной причиной смещения точки прицеливания в охотничьих ситуациях является комбинация наличия неустойчивой платформы для выстрела и волнение в предвкушении выстрела. Эти эффекты реального мира легко могут запросто ухудшить точность попадания так же, как и любая другая переменная.

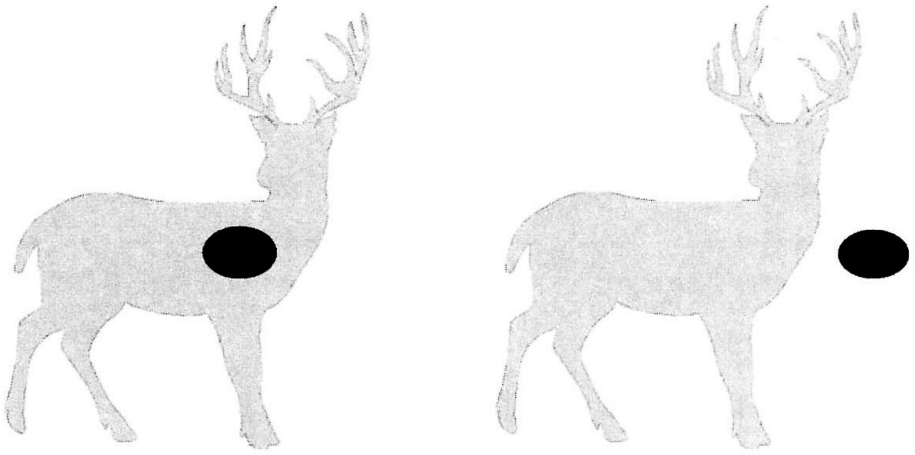


Рисунок 15.2. Если все детерминистские переменные учтены, зона поражения будет сцентрирована с точкой прицеливания. Тем не менее, если детерминистские переменные не учтены, зона поражения будет смещена, и может получиться промах.

В приведенном выше анализе баллистические характеристики винтовки/пули вступают в игру в шаге, когда вы переводите не детерминистские переменные в физическое смещение пули на мишени. *Чем лучше баллистические характеристики ваших пуль, тем меньший ветровой снос возникнет для любой заданной погрешности определения скорости поперечного ветра.* А учитывая, что ветер обычно является самой сильной недетерминистской переменной, оказывается, что баллистические характеристики играют важную роль в размере ожидаемой зоны попаданий. Более того, улучшенная свойственная кучность винтовки и более однообразные дульные скорости еще сильнее уменьшат размер ожидаемой зоны попаданий. Тем не менее, еще раз взглянем на Рисунок 15.2 для выстрела на 500 ярдов по оленю, и совершенно четко увидим, что зона попаданий достаточно мала, чтобы гарантировать исключительно надежное попадание по цели размером с оленя. Таким образом, *причины промаха по оленю на 500 ярдов, скорее всего, больше связаны с неправильно учтенными детерминистскими переменными и/или плохим исполнением выстрела.*

Вывод, который можно сделать в отношении вероятности поражения в охотничьих ситуациях, будет очень похож на тот, что мы сделали в последней главе, посвященной стрельбе на очки. *Улучшение баллистических характеристик вашего оборудования может увеличить диапазон ошибки для любой заданной стрелковой задачи, но успех сильно зависит от способности стрелка оценивать ветер и выполнять выстрелы по месту.*

Заявленная цель данной книги – выполнение успешной стрельбы на большие дальности посредством установления четкого понимания внешней баллистики. Часть понимания внешней баллистики – это осознание ее относительной важности в общей картине. Успешная стрельба на большие дальности требует рабочих знаний внешней баллистики, но это далеко не все. Если вы всерьез настроены на успех в любой стрельбе на большие дальности, важно иметь хорошее понимание всех аспектов, связанных с выбранной вами целью стрельбы, включая баллистику, специальные навыки, требуемые для отработки имеющихся элементов, вроде предупреждения запотевания оптического прицела в холодную погоду или предупреждение замерзания смазки в канале ударника, что может вызвать осечку. Вам также нужно знать свое тело и то, как оно может повлиять на цель вашей стрельбы. Насколько быстро вы можете успокоить сердцебиение, когда закончили взбираться в гору и остановились, чтобы выстрелить на большую дальность? Есть ли у вас план как избежать попадания пота в глаза и ухудшения картинки прицеливания? Вы должны иметь базовое понимание инструментов, которые используете для измерения всех переменных в полевых условиях. Вы должны знать влияние влажности и температуры на точность работы вашего дальномера. Вы должны убе-

диться в том, что ваш инструмент, измеряющий погоду, откалиброван, и вы располагаете точным инструментом для измерения температуры, влажности и давления.

Успех стрельбы на большие дальности зависит от очень многих вещей. Опять же, внешняя баллистика является важной темой для изучения, потому что она может помочь вам в принятии решений в отношении наилучшего выбора оборудования для вашего применения, и позволит вам вводить точные поправки в прицельные приспособления для того, чтобы попадать в мишени. Имейте в виду, что существует множество других тем, в равной степени критичных для успеха в стрельбе на большие дальности, и не думайте, что вы сможете со всем этим справиться только потому, что прочли эту книгу.

Последний пример в этой главе будет чуть более «усмиряющим», чем первый. Мы рассмотрим влияние недетерминистских переменных, действующих при производстве выстрела по той же мишени размером с оленя на 1000 ярдов.

Мы рассмотрим баллистику 7мм Remington Magnum с тяжелой 180-грановой охотничьей пулей Berger VLD со средней дульной скоростью 3000 фт/с со среднеквадратическим отклонением 10 фт/с.

В соответствии с нашими таблицами убойности из предыдущей главы, патрон калибра 7мм большой вместимости с этими пулями будет убойным по 150-футовой дичи до 1225 ярдов, и до 850 ярдов по 300-фунтовой дичи. Учитывая, что размер среднего оленя составляет 225-250 фунтов, эта комбинация винтовки и пули должна быть убойной по этому зверю до 1000 ярдов. Винтовка – типичная охотничья винтовка, способная стрелять 1″ группы на 100 ярдов. Времена полета для этой пули составят 0.1024 секунды и 1.3157 секунды на 100 и 1000 ярдов, соответственно. Это означает, что минимальная группа, которую мы можем ожидать на 1000 ярдов, будет равна: 1 дюйм умножить на 1.3157/0.1024 = 12.9 дюйма. На 1000 ярдов ветер будет оценить сложнее, чем на малой дальности, вероятно, он будет дуть с различной скоростью и в различных направлениях в нескольких точках между стрелком и целью. Мы предположим +/- 4 мили/ч неопределенности чтения поперечного ветра для этого примера. Я пропущу на этот раз расчет компонентов, и перейду сразу к контуру вероятной зоны поражения.

В верхней части Рисунка 15.3 показан размер и форма зоны поражения и кольца вероятности. Как вы можете видеть, самое внутреннее кольцо имеет ширину около 15.4″ и 5″ в высоту. Это уже больше, чем область жизненно-важных органов оленя, и у вас всего 67% вероятности попадания в это кольцо! В нижней половине Рисунка 15.3 показано кольцо 99% вероятности, имеющее ширину 46″ и более 15″ высоты. Помните, что этот рисунок для комбинации винтовки/пули, имеющей баллистику намного лучше средней, и она предназначена для стрельбы на большие дальности. Если бы винтовка имела калибр .308 Winchester и стреляла 168-грановыми пулями, зона попадания была бы намного большей. Даже с исключительными баллистическими характеристиками 7мм Remington Magnum с пулями, имеющими сверхвысокий БК, и относительно низким разбросом как дульных скоростей, так и неопределенности ветра, все равно у вас имеется очень большой шанс промахнуться по оленю полностью, или попасть в не жизненно важную область, ранив животное.

Также помните, что в данном анализе мы предположили, что все детерминистские переменные учтены полностью и точно. На этой дальности, если прицельные приспособления завалены на 5 градусов, вся область попадания сместится более чем на 21″ в сторону! Также имеется более 5″ деривации, и даже не думайте стрелять с не самого неподвижного положения.

Я представил эти отрезвляющие факты о реальностях охот на большие дальности не для того, чтобы отговаривать вас пробовать эти охоты, но для того, чтобы проиллюстрировать необходимость уделять полное внимание деталям. Если бы заряды для 7мм Remington Magnum были еще чуть-чуть улучшены для уменьшения вариаций дульной скорости и улучшения кучности; выстрелы выполнялись бы только в отсутствие ветра или при очень низком ветре; все другие детерминистские переменные были идеально измерены и учтены; и выстрелы выполнялись бы идеально; то возникла бы возможность попадать в цели размером

с оленя на 1000 ярдах с первого выстрела. Тем не менее, вам нужно лучше знать то, что вы делаете, и проводить время на стрельбище тренируясь и учась отрабатывать все переменные, если вы хотите делать успешные выстрелы по дичи на 1000 ярдов. *Это* возможно, но это не каскадерство, и вы не должны рисковать, выполняя выстрелы, которые могут ранить животное, если оно находится за пределами дальностей, на которые вы практиковались, и стреляете комфортно.

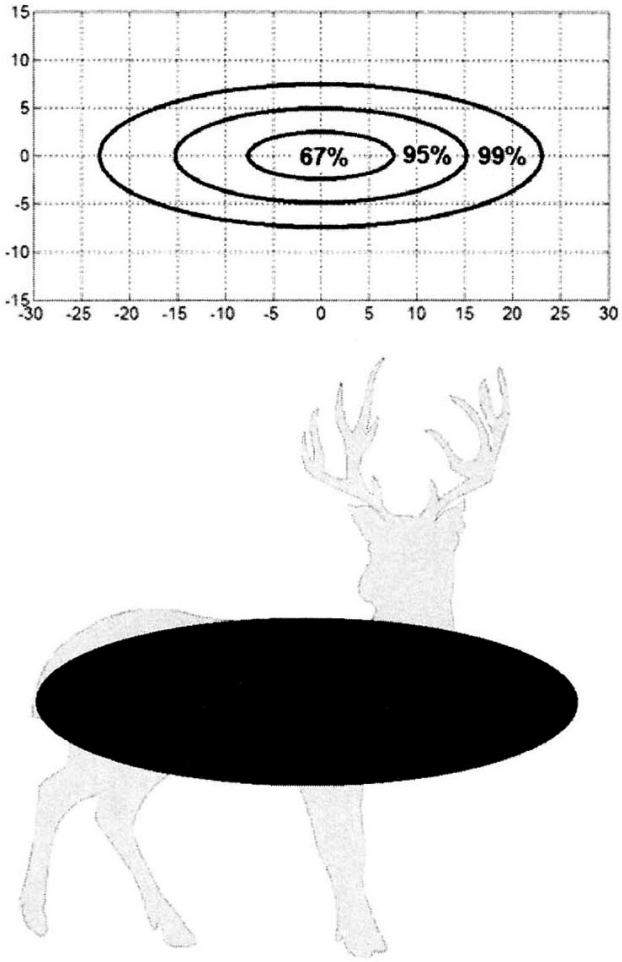


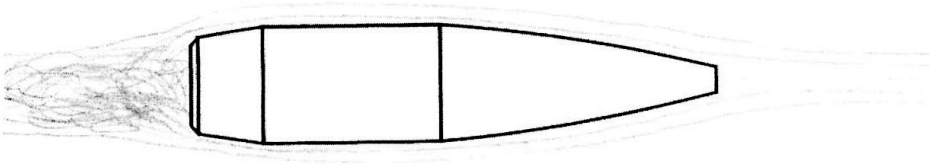
Рисунок 15.3. Область попадания под влиянием только недетерминистских переменных.

Часть 3: Свойства Дальнобойных Пуль

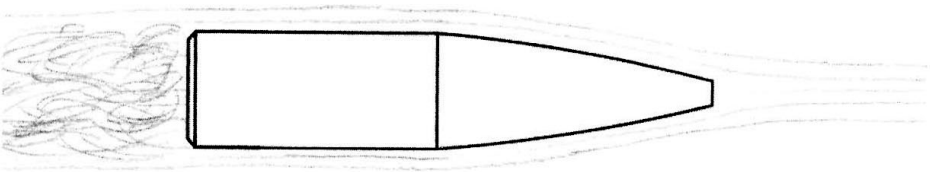
Глава 16: Анатомия Пули

В этой главе мы обсудим геометрию, терминологию и физическую номенклатуру внешних конструктивных особенностей пули, и их эффективность. Наша цель – приобрести понимание различных составляющих частей пули; как они называются и для чего служат.

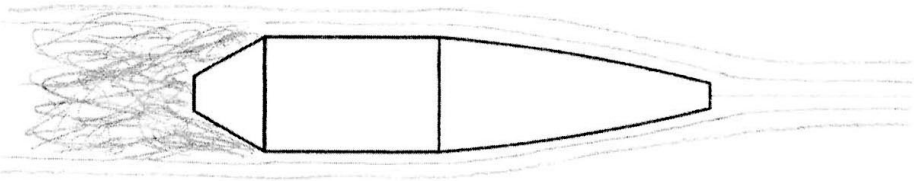
Отделение Воздушного Потока и уменьшение донного сопротивления



Боаттэйл с правильно подобранным углом позволяет воздушному потоку оставаться прикрепленным к поверхности до тех пор, пока он не достигнет уменьшенного диаметр донца. В результате низкое давление (всасывание) будет прилагаться к меньшей площади на донце пули и приведет к меньшему донному сопротивлению.



На пуле с плоским донцем, воздушный поток просто отделяется от тела пули, и низкое давление действует на все донце пули, что приводит к максимальному донному сопротивлению.



Если угол боаттэйла слишком крутой, возлушный поток не будет оставаться прикрепленным, и отделится от тела пули точно также, как если бы это была пуля с плоским донцем. Никакого уменьшения донного сопротивления наблюдаться не будет при слишком крутом угле боаттэйла (более примерно 20 градусов).

Рисунок 16.1. Влияние различных углов боаттэйла на отделение воздушного потока.

Слова *точность* и *кучность* будут много использоваться в этой главе, поэтому важно помнить, что означают эти термины. *Точность* – это мера того, насколько близко пули попадают к центру мишени. Другими словами, хорошая точность приводит к высоким результатам или высокой вероятности попадания. *Кучность* – это мера того, насколько близко друг к другу могут группироваться пули; поэтому хорошая кучность ведет к маленьким группам. Большинство тем, в которые вовлечена конструкция пули, имеют дело с кучностью, а не с

точностью. Точность определяется больше стрелком, его пониманием траектории пули и освоением им прицельных приспособлений.

В этой главе в качестве единицы измерения часто используется *калибр.* При таком использовании этого параметра, единицы калибра означают один диаметр пули. К примеру. Если я говорю о пуле .30 калибра, и говорю, что боаттэйл пули имеет длину 0.8 калибра, это означает, что боаттэйл имеет длину 0.8 умножить на 1 калибр, или 0.8*.308″ = 0.246″.

Боаттэйлы

Правильно сконструированный боаттэйл может увеличить БК пули, уменьшив его донное сопротивление. При полете пули через воздух на большой скорости, возникает область разрежения на донце пули. Эта область разрежения (низкого давления или вакуум) позади пули действует на область, расположенную на донце пули, и приводит к донному сопротивлению. *Задача боаттэйла – уменьшить эффективную площадь донной области, на которую действует этот вакуум.*

Наличие конуса на задней части пули позволяет воздуху обтекать боаттэйл прежде, чем отделиться от уменьшенного диаметра донца. Боаттэйл производит уменьшение области донца, на которое воздействует низкое давление, тем самым уменьшая донное сопротивление.

Существуют некоторые ограничения того, что вы можете делать с боаттэйлами. Обычным инстинктом будет желание сделать боаттэйл длиннее, исходя из идеи еще больше уменьшить область донца и донное сопротивление. Но боаттэйлы увеличенной длины не работают, потому что они ухудшают динамическую стабильность пули. Длины боаттэйла примерно в 0.8 калибра являются практической максимальной длиной для боаттэйлов стабилизируемых вращением снарядов. Другим распространенным желанием является увеличение угла боаттэйла при сохранении той же длины боаттэйла. Тем не менее, как отмечено выше, отделение воздушного потока ограничивает то, насколько крутым может быть угол боаттэйла. Представьте, что у вас боаттэйл с очень крутым углом, возьмем для примера, 45 градусов. Воздушный поток не будет следовать за боаттэйлом и отделяться от донца. Вместо этого он отделиться от точки сопряжения тела пули с боаттэйлом. В этом случае, пуля будет работать также, как и пуля с плоским донцем и отделенным потоком, и всасывание будет прилагаться ко всей площади поперечного сечения пули. Тесты показали, что оптимальный угол боаттэйлов составляет около 7-8 градусов.

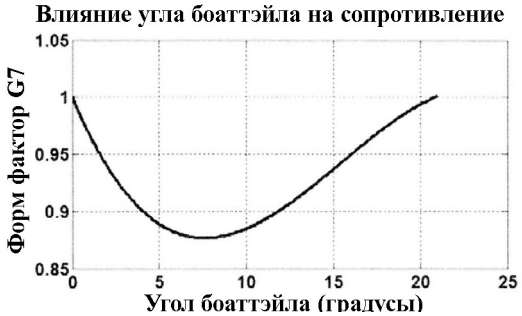


Рисунок 16.2. Уменьшение сопротивления боаттэйлом длиной 0.7 калибра.

На Рисунке 16.2 показано уменьшение сопротивления для боаттэйлов длиной 0.7 калибра для диапазона углов от 0 до 21 градуса. Обратите внимание на то, что сопротивление воздуха минимально для угла боаттэйла около 7-8 градусов. Это справедливо для любых длин боаттэйлов на сверхзвуковых скоростях.

Боаттэйлы больше помогают на пониженных скоростях (от 1500 фт/с до 2500 фт/с), чем на более высоких скоростях (3000+ фт/с). Это потому, что на более высоких скоростях на носике пули образуется сильная ударная волна, ответственная за большую часть общего сопротивления. Когда пуля замедляется, эта ударная волна ослабевает, и донное сопротивление начинает становиться более важным компонентом в общем сопротивлении. По этой причине преимущества пуль с боаттэйлами будут сильнее выражены на больших дальностях, чем на малых дальностях. Иногда этот факт неверно интерпретируется следующим образом, «боаттэйлы помогают *только* на низких скоростях». Правда в том, что боаттэйлы уменьшают донное сопротивление и увеличивают БК на всех скоростях, но их влияние будет пропорционально большим на более низких скоростях. Независимо от того, как вы интерпретируете

этот факт, хорошо сконструированный боаттэйл является важным подспорьем для дальнобойных пуль.

Являются ли пули с боаттэйлами по природе менее кучными, чем пули с плоским донцем?

Да. Пули с боаттэйлами по своей природе менее кучны, чем пули с плоским донцем по нескольким причинам. Прежде всего, дополнительные операции, применяемые при изготовлении пуль с боаттэйлами, допускают больший потенциал для дефектов, вроде выполнения боаттэйла со смещением от центра. Современные практики производства минимизируют эти дефекты, но основная мысль в том, что формовка боаттэйла – это дополнительный шаг, который может потенциально вносить децентровку и дисбаланс масс.

Более того, эффекты дульного выхлопа более выражены для пуль с боаттэйлами, чем для пуль с плоским донцем, потому что боаттэйлы имеют поверхности, почти параллельные оси пули, по которым ударяют вырывающиеся турбулентные газы под высоким давлением, что может вызвать возникновение тангажа и рыскания пули на ранних стадиях полета. Наконец, боаттэйлы отрицательно влияют на массовые свойства и аэродинамику пули, что выражается в необходимости более высоких уклонов нарезов для стабилизации. Так как многие компоненты разброса пропорциональны скорости вращения в той или иной степени, увеличение скорости вращения оказывает отрицательное влияние на потенциальную кучность. Разница в потенциальной точности между пулями с боаттэйлами и пулями с плоским донцем очень мала. *Причина, по которой мы используем боаттэйлы, состоит в том, что на увеличенных дальностях аэродинамические преимущества позволяют лучше отрабатывать вариации атмосферных условий, чем плоские донца, и в итоге потенциальная кучность ухудшается лишь ненамного.* В результате получаются группы меньшего размера на больших дальностях. На коротких дальностях, преимущества в баллистических характеристиках боаттэйлов недостаточны, и они оказываются менее кучными по природе.

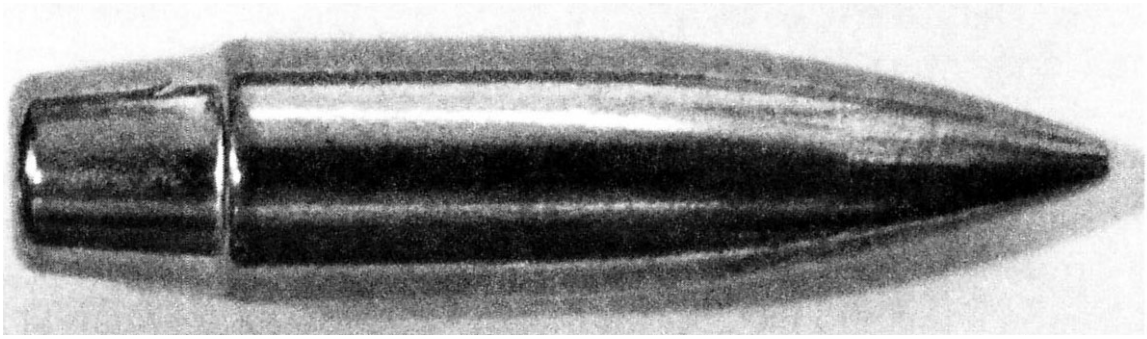


Рисунок 16.3. Пуля с уменьшенным боаттэйлом.

Уменьшенные боаттэйлы (rebated boat-tail) – это боаттэйлы, имеющие ступеньку по диаметра от тела пули к началу боаттэйла, и конус к донцу от этого места. Существует множество заявлений о преимуществах уменьшенных боаттэйлов, касающихся точности и БК. Я не верю в то, что уменьшенные боаттэйлы делают пулю более или менее кучной, чем обычные боаттэйлы. Что касается уменьшения сопротивления, то уменьшенные боаттэйлы никоим образом не могут уменьшить донное сопротивление сильнее, чем обычный боаттэйл равной длины и угла. Фактически, существует даже потенциальная возможность для уменьшенного боаттэйла уменьшать *эффект боаттэйла*, вызывая отрыв потока обтекания в случае, если ступенька оказывается слишком большой. Сколько это – слишком большой – зависит, среди прочего, от калибра. Производители пуль с уменьшенными боаттэйлами заявляют о том, что 0.015″ ступеньки *не так уж и плохи.* Такой размер ступеньки оказывается минимальным, который можно надежно изготавливать типичными штучными матрицами. Многие заявляют о том, что уменьшение боаттэйлов не имеет оснований. Мои тесты БК не выявили никаких преимуществ в уменьшении сопротивления в сравнении с обычными пулями с боат-

тэйлами схожей длины и угла. Я не сравнивал их с пулями, имеющими обычные боаттэйлы, по кучности. Слишком много переменных в конструкции пули связано с кучностью, и было бы сложно изолировать эффект уменьшенного боаттэйла.

Профили Носика Пуля

Носик пули технически называется *оживалом.* Почти все оживала – это дуги окружности. Дуга окружности может быть либо *касательной* к ведущей поверхности, либо *секантной* к ведущей поверхности. Если дуга сопрягается с ведущей поверхностью гладко, она называется *касательным* оживалом. Если есть видимое прерывистое сопряжение между ведущей поверхностью и оживалом, значит оживало *секантное*. В большинстве пуль Sierra MatchKing, Nosler Ballistic Tip и Berger BT используются касательные оживала. Примеры пуль с секантными оживалами – Berger VLD, Hornady Amax, Vmax и некоторые Lapua Scenar.

Оживало пули обычно характеризуется длиной его радиуса. Этот радиус часто указывается в калибрах вместо дюймов. К примеру, *8-ми оживальная* 6-мм пуля с имеет оживало, представляющее собой сегмент дуги окружности с радиусом 8*.243 = 1.952″. Пуля .30 калибра с 8 оживалом будет иметь пропорционально то же оживало, что и 8-оживальная 6-мм пуля, но реальный радиус этого оживала будет равен 2.464″ для пули .30 калибра.

Для заданной длины носика, если оживало идеально касательное, оно будет иметь однозначный радиус. Любой радиус длиннее этого говорит о том, что оживало секантное. Секантные оживала могут варьироваться от очень плавных (короткий радиус) до очень агрессивных (длинный радиус). Сопротивление для секантного оживала будет минимально возможным, когда его радиус в два раза превышает радиус касательного оживала. Другими словами, если касательное оживало имеет радиус 8 калибров, то самое длинный практически возможный радиус секантного оживала составит 16 калибров *для заданной длины носика.*

Существует число, являющееся количественным показателем того, *насколько оживало секантное.* Эта величина известна как соотношение Rt/R, и это отношение радиуса касательного оживала к радиусу реального оживала для данной пули. В приведенном выше примере, 16-калиберное оживало будет иметь отношение Rt/R в 0.5. 0.5, таким образом, является наименьшим практическим значением соотношения Rt/R, и представляет оживало минимального сопротивления для данной длины. Идеально касательное оживало будет иметь отношение Rt/R равное 1.0. Большинство оживал имеет значение Rt/R от 1.0 до 0.5. На образмеренных чертежах, приведенных в конце этой книги, указаны радиусы оживал в калибрах, а также отношения Rt/R. *Короче говоря, отношение Rt/R – это просто мера секантности оживала. 1.0 означает то, что оно не секантное вообще, 0.5 – максимально секантное.*

Длина и контур оживала пули – вот два наиболее важных фактора для того, каким будет сопротивление пуле. Сопротивление оживала определяется тем, сколько энергии требуется для *ударного преобразования* воздуха в волну сжатия, когда пуля летит на сверхзвуковой скорости. Другими словами, носик работает как клин. Его работа состоит в том, чтобы прокладывать пуле путь через воздух. Наиболее эффективное оживало – то, которое потребляет минимальное количество энергии на *ударное преобразование* воздуха в волну сжатия. Разница в сопротивлении между касательным и секантным оживалами может достигать до 12% в пользу секантного оживала (если они имеют одинаковую длину).

Длина оживала может быть еще более важной, чем его форма. Разница в сопротивлении между оживалом длиной 2 калибра и длиной 3 калибра составляет около 25%. Наилучший способ минимизации сопротивления ударной волны – это удлинение оживала. Тщательное конструирование оживала отплачивает самые большие дивиденды, когда пуля летит быстро, потому что на высоких скоростях наибольшее вклад в сопротивление вносит сопротивление ударной волны от носика. Как и в случае боаттэйлов, стабильность иногда ограничивает практическую длину оживала, не говоря уже о трудностях, возникающих при формовке таких длинных заостренных деталей из меди. Вытяжка оболочки, смазка и выбрасывание пу-

ли из заостряющей носик матрицы становятся серьезными проблемами для пуль, имеющих длинные оживала.

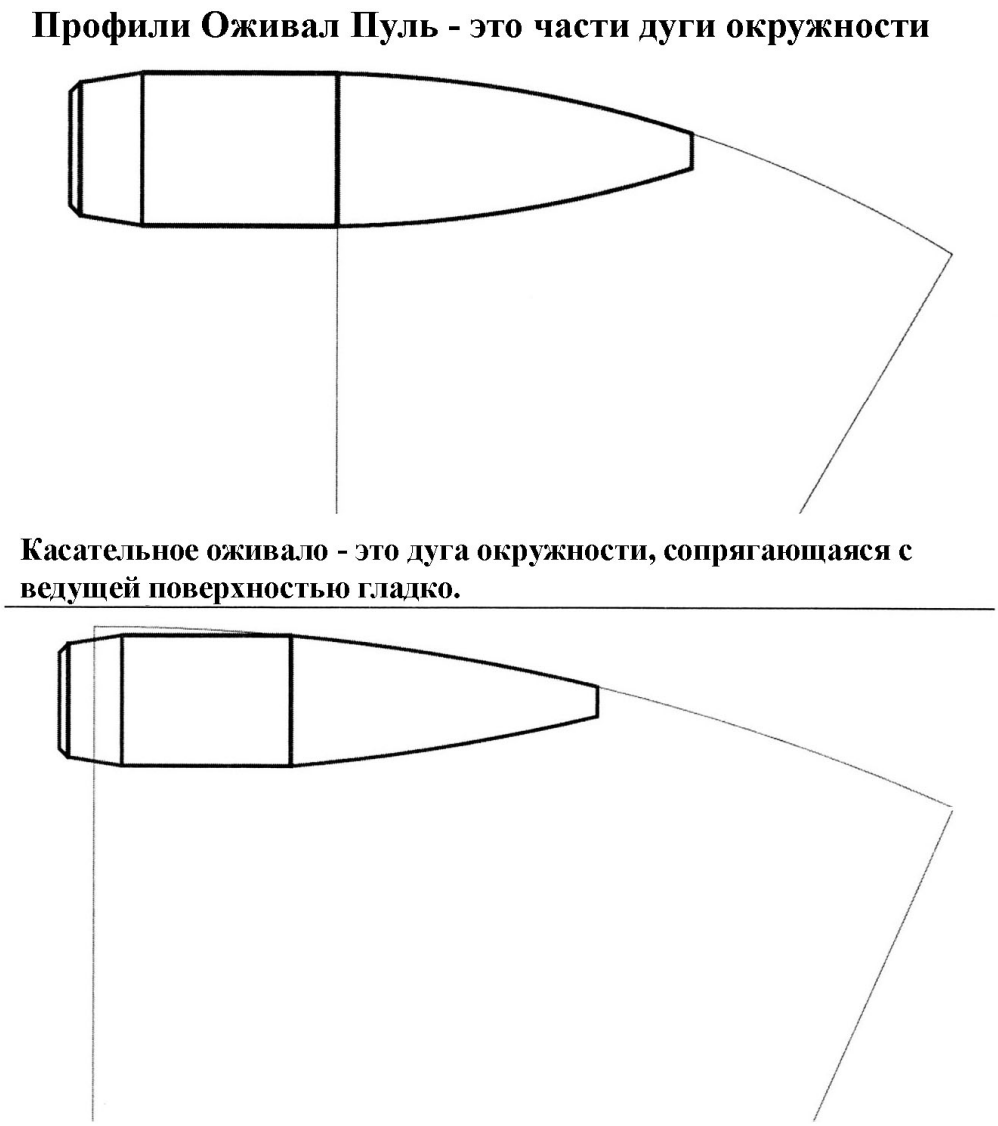


Рисунок 16.4. Касательное и секантное оживала.

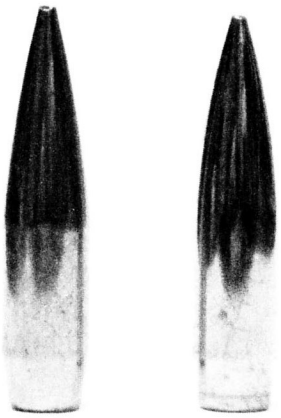


Рисунок 16.5. Пуля с секантным оживалом слева, пуля с касательным оживалом справа

Пули с секантными оживалами известны своей *требовательностью* к глубине посадки пули. Популярным мнением является то, что более крутое сопряжение носика/тела пули с секантным оживалом не может самовыравниваться в нарезах так же, как у пули с касательным оживалом. Обычным решением является мягкая посадка пуль с секантным оживалом в поля, что устраняет прыжок пули, и минимизирует потенциальную возможность рассогласования, возникающего в момент старта пули по стволу. Можно рассчитать правильный угол лида для конкретной конструкции оживала пули, и вырезать лид в соответствии с этим. Тем не менее, угол лида – это один из первых размеров, которые уходят при разгаре ствола, возникающем при его износе. В об-

щем, тщательно сконструированный и вырезанный угол лида быстро теряет свое значение.

Другая ограничивающая потенциальную кучность особенность конструкции пули с секантным оживалом связана с сильной деформацией оболочки в районе оживала при формовке пули. Сложнее сделать пулю с секантным оживалом без складок около носика. Эти складки обусловлены смазкой, и они похожи на вмятины от смазки, возникающие на скатах гильзы при использовании слишком большого количества смазки при их переобжимке. Эти *линии от смазки* являются потенциальным источником дисбаланса массы. Медные оболочки хорошего качества необходимы для изготовления секантных оживал без этих складок. Складки, и связанный с ними потенциальный дисбаланс, являются меньшей проблемой для пуль с касательными оживалами.

Сравнение кучности для пуль с секантным и касательным оживалом, оказывается почти таким же, как и для пуль с боаттэйлами и с плоским донцем. Секантное оживало может не иметь свойственной кучности пуль с касательным оживалом, но на больших дальностях более аэродинамичная конструкция секантного оживала помогает пуле лучше бороться с атмосферными вариациями, и обычно позволяет получить меньшие группы на больших дальностях. На коротких дальностях атмосферные эффекты не являются доминирующими, и баллистическим коэффициентом можно пожертвовать в пользу свойственной кучности.

Рисунок 16.6. Мепла.

Все о мепла

Мепла – это еще одно название плоского или открытого носика пули. Мепла на матчевых пулях типично представляет собой грубое плоское отверстие, как показано на Рисунке 16.5. Такая форма получается в результате процесса производства пули. Медная оболочка начинает жизнь в виде колпачка. Затем в него запрессовывается свинцовый сердечник. Потом формуется боаттэйл, и наконец, пуля вдавливается в заостряющую матрицу. Чтобы выбросить пулю из заостряющей матрицы, стержень эжектора надавливает на носик пули. Диаметр мепла должен быть достаточно большим, чтобы выдерживать давление стержня эжектора. Если стержень эжектора слишком мал, он может сломаться, оставив пулю застрявшей в заостряющей матрице. Требование к размеру стержня эжектора – это фундаментальный лимитирующий фактор того, насколько маленьким можно сделать мепла пули.

Среди стрелков на большие дальности в наши дни стали популярными несколько способов обработки мепла, включая следующие:

Подрезка мепла

Идея подрезки мепла состоит в удалении неоднородностей с носиков. Если вы ближе рассмотрите мепла пуль, лежащих в коробке, вы заметите, что их зазубренные носики не все одинаковы. Подрезка мепла состоит в подточке мепла так, чтобы они были гладкими и имели одинаковый диаметр.

Подрезка мепла может предметом горячих споров. Некоторые клянутся, что эта практика совершенно необходима каждому для любой стрелковой ситуации. Другие возражают им, что улучшения от этого настолько малы, что только стрелки Бенчрест высочайшего уровня могут заметить разницу. Потенциальное преимущество от подрезки мепла состоит в том, что она позволяет получить пули с одинаковым БК, и тем самым минимизировать вертикальный разброс. Преимущество, которое вы, скорее всего, заметите, зависит от того, насколько плохи были пули изначально, и насколько хорошо вы можете стрелять из своего

оружия с использованием своего стиля стрельбы (из положения лежа, F-класс, со стола и т.д.). Как правило, вы можете сказать, что если вы уже стреляете очень маленькие группы, и ищете самую последнюю крупицу улучшения, это может стоить затрат времени на подрезку (одинаковую) ваших мепла. Тем не менее, если вы с самого начала стреляете группы больше 1 MOA, вы вряд ли увидите существенные преимущества от подрезки мепла. Важно иметь в виду то, что нельзя перерезать мепла. Преимущества от одинаковости мепла могут не перевесить сильного ухудшения БК, если вы слишком сильно притупите носики. Если все сделано правильно, подрезка мепла должна уменьшить средний БК пули всего на ~ 2-3%.

Заострение Мепла

Заострение мепла – сравнительно новая опция, когда пули прогоняются через специальную матрицу, и их мепла *обжимаются* до меньшего диаметра. Идея, лежащая в основе этого, двунаправленная: Во-первых, уменьшенный диаметр мепла *увеличивает БК.* Более того, эффекты неравномерностей мепла минимизируются, поэтому вы получаете также *более однообразный БК.* Вы можете ожидать больших преимуществ от заострения мепла на пулях меньших калибров по нескольким причинам: Во-первых, потому что пули малых калибров, в основном, летают быстрее, чем более крупных. Для более быстрых пуль, волновое сопротивление от носика вносит более важный вклад в общее сопротивление.

Различные Варианты Обработки Мепла

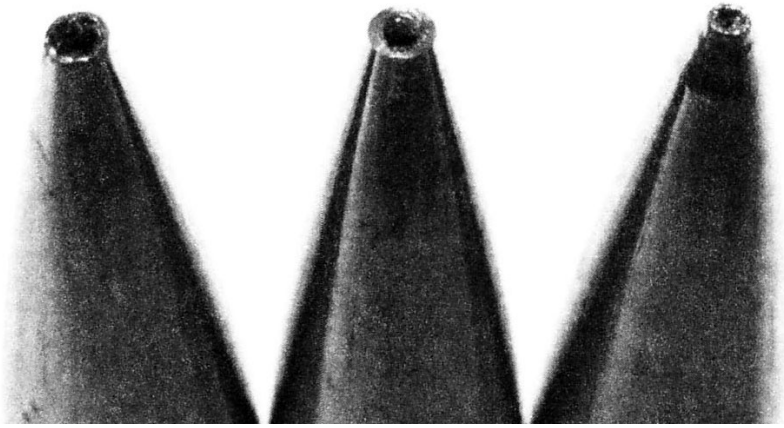


Рисунок 16.7. Недоработанное, подрезанное и заостренное мепла.

Уменьшение диаметра мепла существенно уменьшает волновое сопротивление носика. Во-вторых, мепла пуль меньшего калибра будет пропорционально более большим, чем для пуль больших калибров. К примеру, 0.060″ мепла на пуле .22 калибра составляет 27% диаметра пули. Однако, те же самые 0.060″ мепла на пуле .30 калибра занимает всего 19% от диаметра пули. То есть, вывод: заострение мепла помогает более быстрым пулям меньшего калибра больше, чем более медленным пулям больших калибров.

Но в заострении пуль есть одна потенциальная проблема. Так как пули поддерживаются за донце в процессе заострения мепла, успех этой операции зависит от однообразия длины пули. Другими словами, более короткая пуля не будет заострена также, как и более длинная пуля в матрице заданной длины. Это может привести к более высоким, но не идеально однообразным БК.

Пластиковые наконечники

Пули с пластиковыми наконечниками, вроде Nosler Ballistic Tip и Hornady Amax/Vmax, решают несколько проблем, связанных с мепла. Во-первых, пластиковый колпачок наконечник можно сделать чуть *острее,* чем медное мепла. Эффективный диаметр

большинства пуль с пластиковыми наконечниками составляет около 0.040″, что намного меньше, чем хорошо отформованное мепла обычной пули с открытым носиком. Уменьшение сопротивления пластиковым наконечником – это реальность, но в меньшей степени, чем обычно считается. Средняя пуля с пластиковым наконечником будут иметь примерно такое же сопротивление, что и мепла, правильно заостренное до диаметра 0.040″.

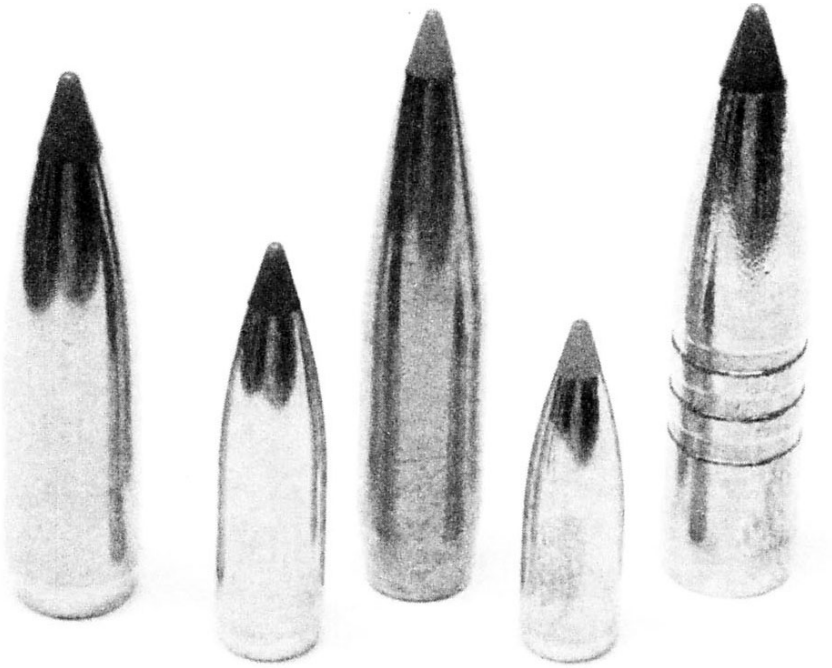


Рисунок 16.8. Пули с пластиковыми наконечниками. Слева направо: 165-грановая .30 калибра Nosler Ballistic Tip, 80-грановая 6-мм Nosler Ballistic Tip, 162-грановая 7-мм Hornady Amax, 55-грановая .22 калибра Nosler Ballistic Tip, 168-грановая .30 калибра Barnes TTSX Boat Tail.

Пластиковые наконечники проще делать одинаковыми, чем обычные пули с открытыми носиками. Проще выдавливать металлические части пуль из матриц, потому что они не заострены до такого маленького диаметра. Проблема, возникающая при изготовлении пуль с пластиковыми наконечниками, состоит в том, что это добавляет еще один компонент и еще одну операцию в процессе изготовления пули. В процессе, где однообразие является совершенной необходимостью, чем меньше операций будет задействовано, тем лучше.

Глава 17: Использование Экспериментальных Данных

Данные, представленные на оставшихся страницах этой книги – это то, что я считаю моим личным вкладом в развитие стрельбы на большие дальности. Большая часть информации, представленной в этой книге до этого момента, это знания, взятые из других книг, интернет источников и коллективного опыта. В отличие от этого, данные, собранные здесь, это наиболее обширный источник измеренных данных по сопротивлению для современных пуль стрелкового оружия из когда-либо собиравшихся, и найти их больше нигде невозможно. Все данные по сопротивлению и БК были измерены с использованием одинаковой методики, обеспечивающей проверенную и воспроизводимую точность в пределах +/- 1% (смотрите Главу 2). Данные для каждого брэнда пуль были собраны и представлены удобным способом, чтобы стрелки могли делать показательные сравнения яблок-с-яблоками различных дальнобойных пуль от различных производителей. Эта финальная глава книги будет посвящена объяснению представленных данных, а также некоторым полезным тенденциям и прозрениям, которые пришли ко мне во время сбора и анализа этих данных.

Информация в листах данных

Каждой пуле здесь посвящена целая страница, где показана некоторая информация об общих характеристиках пули. На Рисунке 17.1 показано, что включает верхняя половина одкаждого листа данных. Для каждой пули приведен образмеренный чертеж. Размеры на чертеже могут быть использованы для конструирования винтовки под конкретную пулю. К примеру, вещи вроде длин ведущей поверхности и оживала важны для конструирования пульных входов винтовочных стволов и требования к магазинной подаче. Эти размеры также могут быть использованы некоторыми амбициозными математиками для разработки формул для предсказания форм факторов на основании геометрии пули. Я представлю свою собственную попытку вывести эту формулу в одном из следующих разделов.

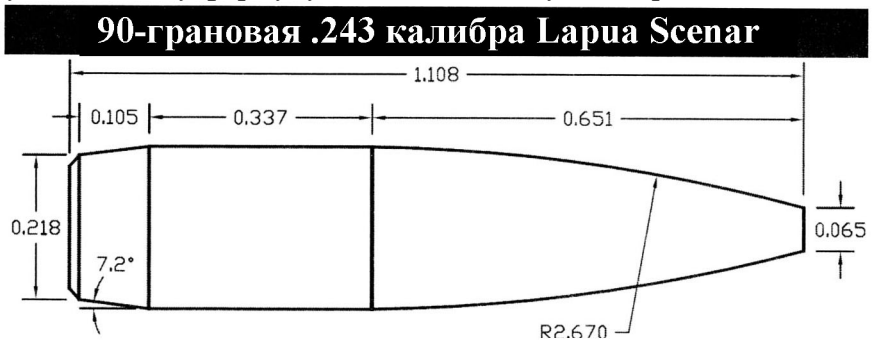


Рисунок 17.1. Данные по размерам

Каждая пуля озаглавлена по брэнду, калибру, весу и описанию. Под каждым чертежом указан номер партии (лота), для которой были измерены данные размеры, которые были использованы в тесте БК. Ниже этой надписи приводятся размер выборки, то есть, сколько пуль было тестировано для определения БК. Для стандартного теста обычно требуется всего 5 выстрелов заданной пулей. Обычно размер выборки кратен 5. Из размера выборки вы можете получить идею о том, сколько раз пуля проходила тестирования. К примеру, если раз-

мер выборки 15, то пуля, вероятно, тестировалась 3 различных дня. Результаты по сопротивлению и БК всегда приводятся усредненные из всех доступных тестовых данных. Пример, показанный на Рисунке 17.1, является исключением. Эта пуля тестировалась 9 выстрелами в один и тот же день.

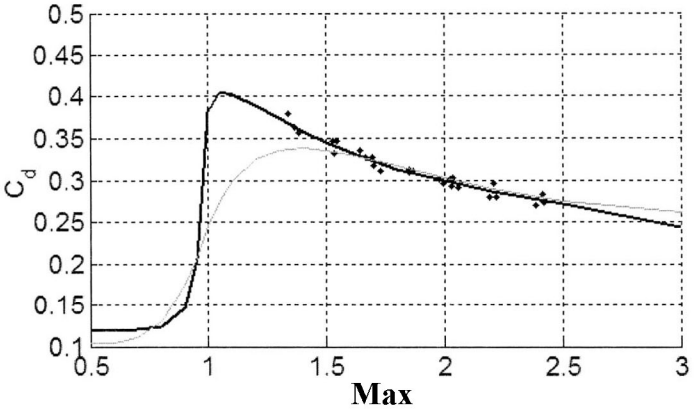
Под размером выборки указана поперечная нагрузка пули. Поперечную нагрузку рассчитать не трудно, это просто вес пули в фунтах, деленный на ее калибр в квадрате. К примеру, поперечная нагрузка 90-грановой пули Lapua Scenar .243 калибра равна:

$$(90/7000)/.243^2 = 0.218\ \hat{o}\ \acute{o}\acute{i}\ \grave{o}\ /\ \ddot{a}\dot{p}\ \acute{e}\grave{i}^{\ 2}$$

Есть еще два числа информации о форме пули, а именно, касающиеся размеров оживала. Радиус оживала в *дюймах* указан на чертеже вместе с другими размерами. Радиус оживала также указан в *калибрах* под чертежом. Радиус оживала часто указывают в калибрах. Когда вы слышите, как кто-то описывает оживало как *«6-е оживало»,* он обычно говорит об оживале, сформированном радиусом длиной 6 калибров. Помните из последней главы, где мы использовали его для измерения дистанции, что калибр – это просто диаметр пули в дюймах. К примеру, пуля .243 калибра, имеющая *6-е оживало*, означает, что радиус дуги окружности, формирующей оживало пули, равен 6*.243″=1.458″.

Последнее число, связанное с геометрией пули, это соотношение Rt/R. В общем, это мера того, *насколько секантным* является оживало. Если отношение Rt/R равно 1.0, то оживало полностью касательное. Если отношение Rt/R равно 0.5, это очень агрессивное секантное оживало. Если соотношение Rt/R уменьшается ниже 0.5, сопротивление увеличивается. Соотношение Rt/R в 0.0 представляет прямой конус, и он обладает большим сопротивлением, чем оживало с отношением Rt/R 0.5. Между двумя *практическими* экстремумами 0.5 и 1.0, лежит весь спектр секантных оживал. Полное описание значений и важности этого соотношения смотрите в предыдущей главе.

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с /Mах	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.364	0.991	0.220	0.551	0.395
2000 / 1.79	0.316	1.009	0.216	0.508	0.429
2500 / 2.23	0.284	0.998	0.218	0.501	0.434
3000 / 2.68	0.260	0.998	0.218	0.489	0.445
Средние:		**0.999**	**0.218**	**0.512**	**0.426**
Вариации:		**0.018**	**0.004**	**0.061**	**0.050**

Рисунок 17.2. Данные по сопротивлению и БК.

На Рисунке 17.2 показан пример того, как будут представлены данные по сопротивлению воздуха. На графике показаны измеренные точки сопротивления в измерявшемся диапа-

зоне чисел Маха (скоростей). Непрерывные черная и серая линии – это стандартные кривые G1 и G7, отмасштабированные по форм фактору пули. *Какая бы кривая не была изображена непрерывной черной линией – это та, которой данные по сопротивлению соответствуют лучше.* Для большинства дальнобойных пуль кривая G7 соответствует лучше. Это же изображено на Рисунке 17.2, где вы можете четко видеть, как измеренные точки сопротивления следуют кривой G7 ниже примерно 1.5 Маха. Линии G1 и G7 приведены, чтобы показать соответствие точек данных, но они также показывают вам, как баллистическая программа будет интерпретировать БК, который вы введете в нее для всех скоростей, даже лежащих вне диапазона измеренных тестовых данных. К примеру, если вы введете G1 БК 0.426 в баллистическую программу для пули, изображенной на Рисунке 17.2, программа будет использовать кривую G1 для нее (серая линия на графике). График показывает, что на скоростях выше 1.5 Маха (около 1700 фт/с), при использовании G1 БК ошибка будет небольшой. Тем не менее, вы можете видеть, что когда пуля падает ниже 1700 фт/с (что случается на больших дальностях), ошибка начинает нарастать. Кроме приобретения понятия о соответствии G1 и G7, вы можете также приобрести ощущение качества и количества тестовых данных, доступных для конкретной пули.

Если точки данных лежат близко друг к другу и к одной из стандартных кривых сопротивления, и точек данных много, как на Рисунке 17.2, вы можете сделать вывод о том, что заявленный БК очень точен для данной пули. С другой стороны, если точки данных разбросаны, и не следуют ни одной из линий, то данные для этой пули могут быть сомнительными. К примеру, рассмотрим график данных, изображенный на Рисунке 17.3.

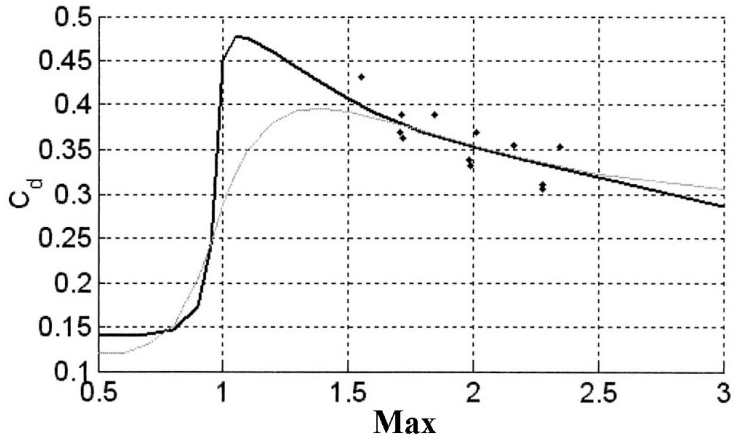


Рисунок 17.3. Большой разброс данных.

Данные на Рисунке 17.3 демонстрируют сильный разброс, указывающий на погрешности в измерении сопротивления. В некоторых случаях этот разброс обусловлен плохим сбором звуковых данных. В случаях, когда этот разброс являлся результатом каких-то проблем с процедурой тестов, я повторно тестировал эти пули, чтобы получить более чистые и надежные данные. Тем не менее, некоторые пули просто не дают однообразных данных по сопротивлению. К примеру, некоторые пули с открытыми свинцовыми носиками могут иметь измеренные различия в сопротивлении от выстрела к выстрелу в пределах 10% или 15% или еще больше, даже при наличии очень чистых тестовых данных. Моя теория состоит в том, что свинцовые носики оказываются случайным образом более или менее деформированными, когда выстреливаются из винтовки, при этом изменяется форма их носиков и возникает большее или меньшее сопротивление. Экстремальные вариации в измеренном сопротивлении случаются только для пуль со свинцовыми носиками, но не для *всех* пуль со свинцовыми носиками. Я думаю, что это зависит от состава конкретного свинцового сплава (содержания сурьмы), и от того, насколько сильно пуля ускоряется в стволе. Другая теория состоит в том, что выступающий свинец начинает испаряться во время полета, и это приводит к тому, что форма пули и ее вес в полете постоянно изменяются. Какой бы ни была реальная

причина, наблюдение за максимальными вариациями в измеренном БК свинцовых пуль является важным делом при выборе пуль для стрельбы на большие дальности. Вам может повезти, и вам попадется партия хороших пуль, имеющих однообразный БК, но всегда существует шанс, что сопротивление и БК могут оказаться очень сильно отличающимися от выстрела к выстрелу, вызывая серьезные вариации в вашей вертикальной точке попадания. Такие серьезные вариации в измеренном сопротивлении никогда не встречались для обычных матчевых пуль с открытыми носиками или пуль с полимерными наконечниками.

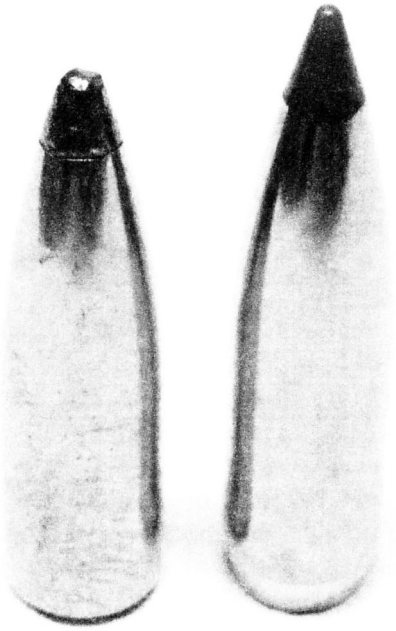


Рисунок 17.4. 165-грановая Nosler Partition (слева) и 165-грановая Nosler Ballistic Tip (справа). Сопротивление воздуха для пули Partition со свинцовым носиком экстремально непостоянное, в то время как сопротивление для Ballistic Tip очень однообразное.

Таблица с числами, которая приводится рядом с каждым графиком сопротивления, содержит реально измеренные числовые данные, показанные графически на графике, а также форм факторы и БК, привязанные к стандартам G1 и G7 на 4 различных скоростях полета. Существует несколько способов использования этих данных. Во-первых, вы можете получить численное представление о том, как форм факторы и БК для каждой пули изменяются со скоростью. В низу таблицы приводятся графы *Средние* и *Вариации* форм факторов и БК. Те, кто предпочитает определять БК в диапазонах скоростей, могут использовать эти данные в таблице сопротивления, чтобы получить БК *для диапазонов скоростей.*

Рассмотрим данные в Таблице 17.1. В левой стороне таблицы показано, как представляются данные в листах данных для каждой пули с БК, приведенными для каждой из 4 скоростей. Если вы хотите создать БК *для диапазонов скоростей* (вроде того, как Sierra представляет БК) для использования в баллистической программе, выполните следующие шаги:

- БК, приведенный для 1500 фт/с – это БК для 1500 фт/с и ниже*
- БК для диапазона скоростей 1500-2000 фт/с – это средний из БК для 1500 и 2000 фт/с.
- БК для диапазона скоростей 2000-2500 фт/с – это средний из БК для 2000 и 2500 фт/с.
- БК для диапазона скоростей 2500-3000 фт/с – это средний из БК для 2500 и 3000 фт/с.
- БК выше 3000 фт/с – это БК на 3000 фт/с.

*Это не точное представление, но это самый лучший способ получения БК для диапазонов скоростей из тестовых данных.

Некоторые интересные наблюдения и выученные уроки

За время сбора тестовых данных для всех этих пуль, я заметил некоторые тенденции, которые могут оказаться довольно полезными. Некоторые тенденции связаны с форм фактором G7. Довольно распространенным является суждение о потенциальных баллистических качествах пули по ее *баллистическому коэффициенту* и правильно, так как БК – очень важный параметр. Тем не менее, вы не можете запросто определить *сопротивление* пуле из од-

ного лишь БК, потому что БК – это комбинация поперечной нагрузки пули и ее форм фактора.

Скорость	**$БК_{G1}$**
1500	0.395
2000	0.429
2500	0.434
3000	0.445

Интерпретировать как:

Диапазон	**$БК_{G1}$**
1500 и ниже	0.395
От 1500 до 2000	0.412
От 2000 до 2500	0.432
От 2500 до 3000	0.440
Выше 3000	0.445

Таблица 17.1. БК для диапазонов скоростей из табличных данных.

Пули, тяжелые для своего калибра, будут иметь высокие поперечные нагрузки, независимо от их профиля. Другими словами, 155-грановая пуля .30 калибра, тупая и с плоским донцем, будет иметь такую же *поперечную нагрузку,* что и 155-грановая .20 калибра пуля, имеющая длинную и обтекаемую форму с длинным оживалом и боаттэйлом. Единственная причина, по которой эти две пули имеют различные БК, состоит в том, что одна из них обладает меньшим сопротивлением. Винтовка может разгонять пулю до определенной дульной скорости, которая зависит от веса пули. Чем меньше сопротивление пуле для пули, имеющей определенную поперечную нагрузку, тем лучше она будет сохранять свою скорость. Другими словами, пуля низкого сопротивления (на что указывает низкий форм фактор) будет более эффективно использовать энергию (скорость), сообщаемую ей винтовкой.

Перехожу к важной мысли: при выборе пули для внешнебаллистических характеристик, первым шагом является выбор калибра и подходящего диапазона весов (легкий, средний или тяжелый), который вас интересует, *затем ищите пулю с низким форм-фактором в этом диапазоне.* Если вы слепо выберите пулю с самым высоким БК, вы придете к тому, что тяжелая тупоносая пуля окажется равной более легкой и обтекаемой. Тяжелая пуля может иметь такой же БК из-за своего избыточного веса, но означает ли это равенство более легкой пуле, более обтекаемой? Обе пули могут иметь одинаковый БК, который может означать равные баллистические характеристики, но на практике оказывается, что тяжелая пуля будет иметь *уменьшенную дульную скорость*, и это означает, что более легкая пуля будет иметь преимущество. Я привел этот пример, чтобы показать, что слепой выбор пули на основании только БК не всегда является хорошей идеей. *Чтобы по настоящему понять меру потенциала баллистических свойств пули, вам необходимо рассмотреть ее форм фактор.* Если вы рассматриваете много пуль, и все в одинаковом весовом диапазоне, та, у которой форм фактор будет наименьшим (наименьшее сопротивление), может быть лучшей по баллистическим качествам, даже если другая пуля имеет чуть больший БК. Если одна пуля на 10% тяжелее другой, но ее БК всего на 5% выше, *то вовсе не обязательно эта пуля будет лучшей, потому что она будет иметь на 5% большее сопротивление, чем более легкая пуля!*

Как правило, вы можете рассмотреть любую пулю с форм фактором G7 меньшим 1.000, и она будет пулей *низкого сопротивления*, подходящей для работы на большие дальности. Пули с форм факторами от 1.000 и 1.100 – средние, и они могут работать хорошо, но, вероятно, существуют лучшие варианты. Пули с форм факторами G7 выше 1.100 считаются пулями относительно высокого сопротивления, и их лучше оставить для стрельбы на короткие или средние дальности, где баллистические характеристики не являются главной задачей.

В конце этой главы перед детальными листами данных я привожу таблицы, в которых показаны профили для каждой пули вместе с их поперечной нагрузкой, форм фактором G7, БК G7 и БК G1. Легко обнаружить здесь пули *низкого сопротивления,* потому что они имеют БК G7 выше, чем свои поперечные нагрузки. Это просто последствие того, что они имеют форм факторы G7 ниже 1.000. Таблица 17.2 – это краткая выдержка из более развернутых таблиц, приведенных ниже. Вы можете отчетливо видеть, что форм фактор G7 коррелирует с визуальным профилем сопротивления пуль.

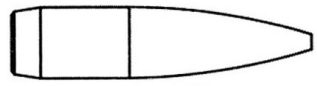
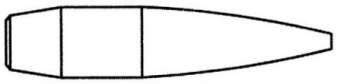
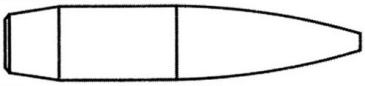
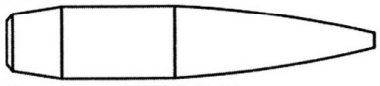
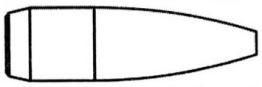
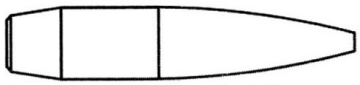
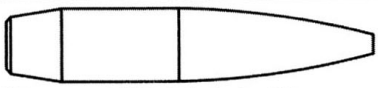
6-мм Пули	ПН	i_7	G7 БК	G1 БК
 Berger 90 BT	0.216	**1.036**	0.210	0.411
 Berger 95 VLD	0.228	**0.923**	0.249	0.486
 Berger 105 BT	0.252	**1.006**	0.252	0.493
 Berger 105 VLD	0.252	**0.933**	0.272	0.532
 Sierra 70 Match King	0.168	**1.286**	0.132	0.258
 Sierra 95 Match King	0.228	**0.993**	0.232	0.453
 Sierra 107 Match King	0.257	**0.993**	0.262	0.510

Таблица 17.2. Примеры нескольких форм факторов и БК для некоторых 6-мм пуль.

Быстро взглянув на Таблицу 17.2, понимаешь, что Berger VLD являются наиболее обтекаемыми и имеют наименьшие профили сопротивления из всех показанных пуль. 95- и 105-грановые VLD имеют длинные секантные оживала и длинные боаттэйлы, придающие им очень низкие форм факторы G7 от 0.923 до 0.933. 95- и 107-грановые Sierra Match King – также очень обтекаемы и похожи по форме на Berger VLD за исключением того, что они имеют касательные оживала вместо секантных. 95- и 107-грановые Sierra MatchKing имеют одинаковые форм факторы 0.993. Очевидно, что более тупоносая пуля в Таблице 17.2 это 70-грановая Sierra MatchKing. Эта пуля имеет форм фактор G7 в 1.286, но она и не предназначена для использования на большие дальности.

Из форм факторов пуль, указанных в Таблице 17.2, можно увидеть еще несколько интересных вещей. В общем, пули, имеющие одинаковые длины боаттэйлов и одинаковые длины оживала и профили будут иметь очень похожие форм факторы. Две VLD и две MatchKing в Таблице 17.2 – хорошие примеры этого. Это полезное наблюдение, потому что вы можете применить его к определенной линейке пуль. К примеру, пули Hornady Amax .30 калибра имеют одинаковое оживало и боаттэйлы для пуль весом 155, 168 и 178 гран. В результате, эти пули имеют форм факторы, отличающиеся в пределах 2% для всех 3 пуль. Этот факт означает, что 155, 168 и 178-грановые пули имеют БК, отличающиеся на ту же величину, что и их веса. К примеру, 178-грановая Amax будет в 178/155 = 1.15 раз тяжелее, чем 155-грановая Amax. В результате вы можете ожидать, что БК для 178-грановой пули будет в 1.15 раз больше, чем для 155-грановой. Вы можете видеть эту же тенденцию, если замените вес пули дульной скоростью, и все прогнозируемые эффекты, связанные с этим.

Все изменяется, если пуля имеет другой форм фактор. Рассмотрим 208-грановую пулю Amax .30 калибра. Если бы 208-грановая Amax имела оживало и боаттэйл, такие же как у 155, 168 и 178-грановые Amax, вы могли бы ожидать, что она будет иметь БК выше, но только потому, что она имеет больший вес. На самом деле, 208-грановая Amax имеет более длинный боаттэйл и более длинное оживало, что дает ей форм фактор примерно на 16% ниже, чем у более легких пуль. *В результате, 208-грановая Amax имеет намного больший БК, чем более легкая Amax .30 калибра не только потому, что она тяжелее, но также потому, что она более эффективна, имеет более низкий профиль сопротивления.* Чтобы перевести это в числа, скажу что 208-грановая Amax на 17% тяжелее 178-грановой Amax, *и* она имеет на 16% меньшее сопротивление. Совместное влияние большего веса и уменьшенного сопротивления производят БК на 30% выше для 208 Amax в сравнении с 178-грановой Amax.

Вернемся к Таблице 17.2, заметим соотношение между Berger 105BT и 105 VLD. VLD имеет более длинное секантное оживало (более низкое сопротивление) и такой же боаттэйл. Разница в форм факторах между этими двумя пулями равна (1.006 – 0.933 = 0.073) или около 7%. Эта разница полностью обусловлена разницей в длине оживала и профиле между VLD и не VLD. Также обратите внимание на разницу между Berger 105 BT и (95- и 107-грановыми) Sierra MatchKing. Так как все они имеют касательные оживала и одинаковые боаттэйлы, они имеют почти одинаковые форм факторы (1.006 в сравнении с 0.993). 90-грановая Berger BT имеет намного более короткий боаттэйл и чуть более короткое оживало, чем 105 BT, что соответствует всего на 4% большему сопротивлению.

Причинно-следственное отношение между формой пули и форм фактором оказывается достаточно очевидным, если вы знаете, где искать. Очень трудно смотреть на пулю и оценивать ее БК, потому что расчет поперечной нагрузки не является интуитивным. Но после изучения таблиц в конце этой главы, вы сможете взглянуть на профиль пули и оценить ее форм фактор с достаточной точностью. Если вы можете оценить форм фактор с точностью 5% (что вероятно), то вы сможете рассчитать БК с такой же точностью.

Другой способ использования оцененных форм факторов – идентифицировать, когда заявленные БК для пуль не совпадают друг с другом. К примеру, рассмотрим 168-грановую .30 калибра пулю Nosler Custom Competition и 168-грановую .30 калибра Sierra MatchKing, показанные в Таблице 17.3. Обе пули имеют одинаковую поперечную нагрузку и в точности одинаковый внешний вид, поэтому вы можете ожидать, что они будут иметь одинаковый БК, не так ли? На самом деле, эти две пули *имеют* одинаковый БК, но из-за различий в том, как их БК заявляется производителями, возникает большой потенциал для недопониманий. Nosler заявляет один БК G1 0.462 для их пули, ничего не говоря о том, для какой скорости действителен этот БК. Sierra дает G1 БК для 4 диапазонов скоростей, следующего вида:

0.462 на 2600фт/с +
0.447 от 2100 до 2600 фт/с
0.424 от 1600 до 2100 фт/с
0.405 ниже 1600 фт/с

Так что существует очень большой потенциал для неверной интерпретации заявленных БК этих двух пуль. И одним из возможных ложных выводов может быть мнение о том, что пуля Nosler имеет G1 БК 0.426, постоянный для всех скоростей (потому что приведено только одно число). Другим ложным выводом может быть тот, что единственное значение от Nosler соответствует *среднему* G1 БК для пули на большой дальности. При сравнении пуль Nosler и Sierra, вы можете придти к выводу о том, что Nosler лучше, потому что ее БК всегда 0.462, а БК для пули Sierra *затухает* со скоростью. Любой из указанных выше выводов неверен или неполон, и это примеры того, почему возникает такое количество недопониманий вокруг использования БК.

Решение Sierra приводить G1 БК в диапазонах скоростей *потенциально* лучшее, чем приведение одиночного значения G1 БК не говоря о том, для каких скоростей оно подходит. А еще лучше указывать G7 БК.

Основная ценность этой книги состоит в том, что она позволяет напрямую и честно сравнивать баллистические характеристики пуль различных брэндов. Все эти пули были протестированы одинаковым образом, одним человеком с использованием одного и того же оборудования. Выполнение честных сравнений баллистических характеристик между брэндами – это то, что никогда не было возможным в прошлом из-за множества различных способов, которые решили использовать различные компании, производящие пули, для генерирования и рекламирования своих БК. Как мы видели в случае 168-грановых матчевых пуль .30 калибра от Sierra и Nosler, обе эти пули практически идентичны, но имеют различные заявленные БК, и поэтому трудно узнать наверняка, насколько сравнимы их реальные характеристики.

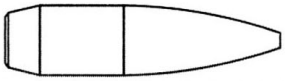
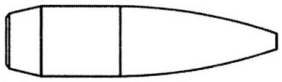
Пуля	ПН	i_7	G7 БК	G1 БК
 *Sierra 168 Match King*	0.253	1.161	0.218	0.427
 *Nosler 168 Custom Comp*	0.253	1.159	0.218	0.426

Таблица 17.3. Пули одинакового калибра, веса и профиля будут иметь одинаковый БК на заданной скорости или в заданном диапазоне скоростей, не глядя на то, что могут говорить *заявленные производителем* значения БК.

Данные в конце этой книги очень помогут в устранении догадок о баллистических характеристиках, и позволят стрелкам принимать очень хорошо информированные решения в отношении выбора пуль. Когда вы поймете роль форм фактора, и то, как он связан с БК, вы очень просто сможете делать точные суждения о потенциальных характеристиках пули, особенно если костяк данных о форм факторе точен и однообразен.

Прогнозирование Форм Фактора

Так как форм фактор имеет такую большую важность, и является единственным компонентом БК, которые нельзя просто измерить, очень важно иметь способ его прогнозирования. Изучив таблицы в конце этой главы, вы можете получить очень хорошую идею о форм факторах, типичных для различных линеек пуль. Визуальный метод может позволить вам оценивать реальное его значение с точностью 5 или 10%, если у вас хороший глазомер, но есть возможность выполнения более точного *расчета* форм фактора, основываясь на важных компонентах геометрии пули.

Используя все экспериментальные данные по сопротивлению, собранные в этой книге, я использовал математическую технику *регрессии с переменными параметрами* для корелирования компонентов геометрии пули с их влиянием на сопротивление. В результате этого процесса была получена формула третьей степени, предсказывающая форм фактор G7 пули на основании ее геометрии. Эта формула приведена ниже, и это наиболее точная формула предсказания сопротивления воздуха для снарядов стрелкового оружия.

$$i_7 = 1.470 - 0.346 \cdot A - 0.162 \cdot B + 0.018 \cdot C + 0.072 \cdot C^2 + 2.520 \cdot D - 3.584 \cdot D^2 - 0.171 \cdot E - 0.111 \cdot F + 0.0118 \cdot F^2 - 0.000359 \cdot F^3$$

Формула 17.1

Где:
i_7 – форм фактор пули, связанный со стандартным снарядом G7
A – калибры пули в дюймах
B – длина оживала пули в калибрах
C – отношение Rt/R (безразмерная величина)
D – диаметр мепла в калибрах
E – длина боаттэйла в калибрах
F – угол боаттэйла в градусах

Эта формула сразу может показаться слишком сложной, но в ней нет ничего трудного; только умножение и сложение. Я проиллюстрирую использование формулы 17.1 на примере. Рассмотрим 210-грановую пулю Sierra MatchKing .308 калибра, изображенную на Рисунке 17.4.

Рисунок 17.4 содержит все размеры, требуемые для оценки форм фактора и БК для этой пули. Чтобы проиллюстрировать использование Формулы 17.1, я начну с идентификации значения каждой переменной в формуле.

A- это калибр пули в дюймах, и он равен **0.308** в этом примере.

B- длина оживала в калибрах. Для этой пули оживало будет 0.747/.308=**2.425** калибра.

C – отношение Rt/R, равное **0.62** для этой пули.

D – диаметр мепла в калибрах. Для этой пули диаметр мепла равен 0.074/0.308= **0.240** калибра.

E – длина боаттэйла пули в калибрах (без «пятки» пули). Для этого случая длина боаттэйла равна: 0.165/0.308 = **0.536** калибров.

F – это угол боаттэйла в градусах. На рисунке 17.4 указан **7.3**-градусный боаттэйл для этой пули.

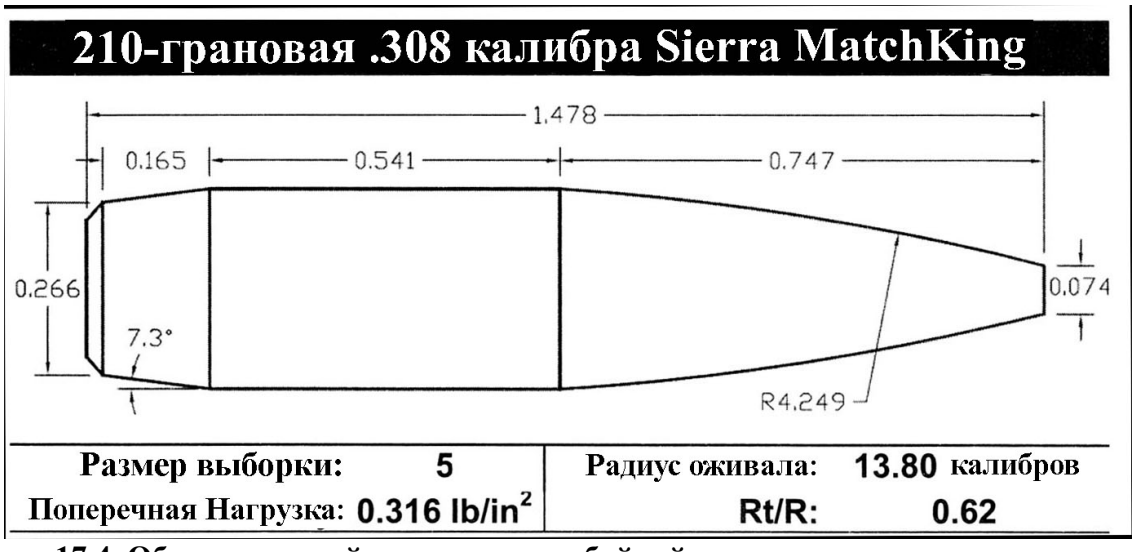


Рисунок 17.4. Образмеренный чертеж дальнобойной пули.

Введя значения переменных в Формулу 17.1, получим следующее:

$$i_7 = 1.470 - 0.346 \cdot \mathbf{0.308} - 0.162 \cdot \mathbf{2.425} +$$
$$0.018 \cdot \mathbf{0.62} + 0.072 \cdot \mathbf{0.62}^2 + 2.520 \cdot \mathbf{0.24} -$$
$$3.584 \cdot \mathbf{0.24}^2 - 0.171 \cdot \mathbf{0.536} - 0.111 \cdot \mathbf{7.3} +$$
$$0.0118 \cdot \mathbf{7.3}^2 - 0.000359 \cdot \mathbf{7.3}^3$$
$$i_7 = \mathbf{0.995}$$

Формула 17.1 предсказывает форм фактор G7 в *0.995* для этой пули. В действительности, измеренный форм фактор для данной конкретной пули составил *1.000,* ошибка всего 0.5%.

Точность этой техники прогнозирования

Эта техника прогнозирования была выведена из экспериментальных данных для более чем 100 пуль. При использовании ее для прогнозирования измеренных форм факторов G7 для этих пуль, среднеквадратическое отклонение ошибки составляет 2.1%. Другими словами, 95% прогнозов будут находиться в пределах +/- 4.2% от измеренных значений, и 99% прогнозов будут находиться в пределах +/- 6.3% от измеренных значений. Это довольно хорошая точность для метода прогнозирования аэродинамических величин.

Большинство методов прогнозирования в аэродинамике находится в пределах точности +/- 10%. Возьмем, например, программу McDrag, разработанную Робертом МакКоем. Если верить автору, среднеквадратическое отклонение ошибки в данных, спрогнозированных McDrag, составляет 3% для сверхзвуковых скоростей, что означает интервал 95% вероятности +/- 6%, и интервал 99% вероятности +/- 9%. Также существует пара фундаментальных различий между моим методом и программой МакКоя McDrag. Во-первых, McDrag рассчитывает сопротивление как функцию от числа Маха, другими словами, она дает вам сопротивление, зависящее от скорости. В моем методе прогнозирования подразумевается, что снаряд схож со снарядом G7, и он дает только одно значение форм фактора, действительное для всех скоростей. Во-вторых, программа McDrag была разработана для работы с широким диапазоном геометрий от пуль стрелкового оружия до артиллерийских снарядов и возвращаемых космических аппаратов. Тот факт, что моя формула прогнозирования сопротивления сфокусирована только на дальнобойных пулях стрелкового оружия, означает, что она может быть более точной для тех форм G7, для которых точность McDrag может оказаться худшей из-за большого количества классов аэродинамических форм, с которыми она работает.

Инструкции для получения более точных прогнозируемых результатов

Как и в случае любой другой прогнозной модели, точность результатов расчета не может быть лучшей, чем точность вводимых данных. В данном случае, точность размеров пули, которые вы используете в Формуле 17.1, будет определять то, насколько точно она спрогнозирует форм фактор G7 для этой пули. Некоторые размеры пули довольно легко и просто измеряются; другие требуют применения некоторых уловок и оценок.

Калибр пули не вызывает проблем. Вам обычно не нужно измерять диаметр пули, вы знаете ее калибр.

Длина оживала может быть довольно трудной для измерения, в зависимости от того, насколько плавно она переходит в ведущую поверхность. Одним из способов сделать переход ведущей поверхности в оживало видимым является удержание пули за ведущую поверхность и натирание ее о что-то твердое, шершавое. Если хорошо прижать пулю к рабочему столу, этого обычно оказывается достаточно, чтобы оставить *яркую* линию на ведущей поверхности, которая резко обрывается в точке сопряжения с оживалом. Это позволяет легко измерить длину оживала с точностью +/- 0.015″.

Отношение Rt/R измерить очень трудно, и для этого требуется довольно тщательные геометрические построения. Хорошие новости в том, что после небольшой практики этот

параметр может быть оценен довольно точно. Представьте, что самое острое секантное оживало имеет значение Rt/R в 0.50, и идеально гладкое касательное оживало имеет Rt/R 1.00. Теперь вам нужно только сравнить оживало с этими двумя экстремумами. Если пуля, которую вы оцениваете, не встречается на рисунках в конце этой книги, вы можете использовать эти рисунки для оценки величины Rt/R профиля оживала вашей пули.

Диаметр мепла довольно просто измеряется штангенциркулем. Легко сожмите самый носик пули губками штангенциркуля. Несколько повторных измерений может понадобится для нахождения среднего результата. Для пуль, имеющих открытые свинцовые или пластиковые носики, *диаметр мепла* – это просто диаметр носика пули до того, как он переходит в радиус носика.

Длина боаттэйла может быть измерена визуально с помощью штангенциркуля. Не забудьте исключить длину *пятки* пули. Пятка – это фаска размером от 0.005″ до 0.025″ в самой задней части боаттэйла большинства пуль. Эта пятка не производит уменьшения сопротивления, и поэтому ее не нужно включать в длину боаттэйла для расчета сопротивления.

Угол боаттэйла – не самая простая вещь для точной оценки. Большинство боаттэйлов имеют углы от 7 до 9 градусов для большинства матчевых пуль. Иногда встречаются боаттэйлы больше 9 градусов, и обычно они заметны, так как выглядят слишком крутыми. Если боаттэйл круче 20 градусов, он будет практически неэффективным в уменьшении донного сопротивлния, и сопротивление для этой пули будет таким же, как и для пули с плоски донцем (смотри Главу 16, где приведены дополнительные детали по уменьшению донного сопротивления и длине боаттэйла). *Если боаттэйл пули круче 20 градусов, вводите в формулу 17.1 значение 20 градусов.* Эта формула была выведена для боаттэйлов с углом до 20 градусов. Если вы введете угол, превышающий 20 градусов, результат расчета выйдет за пределы, для которых она была выведена, и точность прогноза будет плохой.

Прогнозирование БК G1 и G7

Формула 17.1 позволяет сгенерировать прогнозное значение форм фактора G7 для пули, основываясь на параметрах ее геометрии. Прогноз форм фактора даст вам понимание сопротивления пули. Когда у вас будет это значение, прогнозирование G7 БК делается довольно просто. Применив формулу 2.1, мы можем рассчитать БК для этой пули.

$$\acute{A}\hat{E}_7 = \frac{W / 7000}{\hat{e}\grave{a}\ddot{e}^2 \cdot i_7}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) \qquad \textbf{Формула 2.1}$$

К примеру, мы спрогнозировали форм фактор G7 для 210-грановой пули Sierra MatchKing в 0.995. Если мы захотим рассчитать G7 БК для этой пули, мы можем просто применить формулу 2.1 следующим образом:

$$\acute{A}\hat{E}_7 = \frac{210 / 7000}{0.308^2 \cdot 0.995}\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

$$\acute{A}\hat{E}_7 = 0.318\left(\frac{\hat{o}\,\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

В действительности, измеренный G7 БК для этой пули равен 0.316.

Используя Формулу 17.1 для прогнозирования форм фактора G7, с последующим применением Формулы 2.1, вы можете рассчитать G7 БК для пуль, которые будут такими же точными, как и спрогнозированный форм фактор. Это потому, что единственными другими переменными, входящими в расчет БК, является вес пули и ее калибр, и обе эти величины могут быть измерены точно.

Да, для предсказания G7 БК существует простой способ, а как насчет G1 БК? С G1 БК не все так просто, потому что он зависит от скорости в случае дальнобойных пуль. Тем не менее, существует один удобный перевод, который может быть применен, *если* понимать его ограничения. Чтобы перейти от G7 БК (действительного для всех скоростей пуль) к G1 БК (среднего для скоростей от 3000 фт/с до 1500 фт/с), разделите G7 БК на 0.512. Сделав это с предыдущим примером, вы получите G1 БК 0.621. Коэффициент перевода для скоростей от 3000 фт/с до 1500 фт/с не является числом, на 100% высеченным в камне, потому что все равно остается некоторая зависимость от скорости, не совсем учитываемая этим переводом, но это очень хорошая средняя величина, которая обычно приводит к G1 БК, находящимся в пределах 1% или 2% погрешности от измеренного среднего значения.

Этот перевод также работает и в обратную сторону. Вы можете рассчитать довольно точный G7 БК, умножив G1 БК на 0.512, *но это должен быть средний G1 БК для диапазона скоростей от 3000 фт/с до 1500 фт/с!* Я заостряю на этом внимание потому, что может быть ошибкой использование заявленных производителем G1 БК, которые могут быть действительными только для полета на высоких скоростях, и применение коэффициента перевода для получения G7 БК. В результате можно получить не точный G7 БК, если G1 БК, с которого вы начинали, не был средним для подходящего диапазона скоростей.

Также есть удобные правила, которые могут применяться при работе с БК, связанными с G1 для дальнобойных пуль, но независимо от того, что вы будете делать, никогда полностью не забывайте о зависимости их от скорости, и всех бесятах, с этим связанных.

Некоторые комментарии, касающиеся определенных брэндов

Эта книга, особенно экспериментальные измерения сопротивления воздуха и БК, является неискаженным обзором дальнобойных пуль, доступных от каждого из популярных брэндов. Комментарии в этом разделе полностью основаны на фактах, и неотъемлемом научном изучении измерений, снятых для каждой пули. Мои комментарии, касающиеся баллистических характеристик различных пуль, сфокусированы на внешнебаллистических характеристиках. Терминальные характеристики достаточно важны для охотников, но они являются темой для другой книги. Смотрите книгу *"Rifle Bullets For The Hunter"*, которая является серьезным исследованием терминальных характеристик охотничьих пуль. Следующий анализ разбит на два раздела для каждого брэнда: матчевые (целевые) пули и охотничьи пули.

Матчевые Пули Sierra

Линейка матчевых пуль Sierra называется *Match Kings.* Большинство пуль Match King имеют касательные оживала, что очень упрощает нахождение кучных зарядов (обычно считается, что касательные оживала являются лучшей формой для *самоцентрирования* пули в нарезах. Пули с касательными оживалами менее чувствительны к глубине посадки). В общем, линейка пуль Match King хорошо сконструирована, ее легко заставить стрелять точно, и эти пули показывают надежность в стволах многих стрелков высшего уровня уже много десятилетий.

Пули Match King средних калибров (6мм, 6.5мм и 7мм) очень хорошо сконструированы, имеют длинные оживала, и ольшинство имеют боаттэйлы в 7-8 градусов. Эти свойства ведут к тому, что форм фактор G7 равен 1.00 или меньше, что считается меньшим чем среднее сопротивлением для дальнобойных пуль.

80- и 90-грановые пули Match King .22 калибра также очень хороши, но довольно трудно заставить такие маленькие пули иметь форм фактор меньше 1.0, из-за относительного размера мепла.

Пули Match King .30 калибра хорошо известны своей точностью и надежностью, но они страдают от чуть большего сопротивления, чем пули средних калибров. При среднем форм факторе G7 равным около 1.05, пули Match King .30 калибра, по большей части, имеют одинаковые оживала в весах от 155 гран до 240 гран. Исключениями из этого являются новая

155-грановая пуля PALMA (имеющая более длинное касательное оживало), и 210-грановая Match King, имеющая агрессивное секантное оживало и 7-градусный боаттэйл. Оба эти исключения в линейке пуль .30 калибра имеют форм факторы, очень близкие к 1.0, что соответствует примерно на 5% меньшему сопротивлению, чем у большинства членов линейки Match King .30 калибра. Некоторые из Match King .30 калибра, включая 168- и 180-грановые пули, имеют ~12-градусные боаттэйлы, что намного круче оптимального 7-градусного угла для уменьшения донного сопротивления. Обычно считается, что излишне крутой боаттэйл на 168-грановой Match King ответственен за проблемы с динамической стабильностью, которые она демонстрирует на больших дальностях.

Охотничьи Пули Sierra

Были протестированы образцы охотничьих пуль *Pro Hunter* и *Game King* от Sierra. За несколькими исключениями, это полуоболочечные пули (со свинцовыми носиками) (у пары Game King открытые носики). Pro Hunter – это пули с плоским донцем, а Game King имеют боаттэйлы. Дальнобойные охотничьи пули должны сохранять максимально возможное количество скорости, а пули с плоскими донцами просто не могут делать этого. Ничего плохого в пулях Pro Hunter для стрельбы накоротке нет, но для работы на большие дальности Game King (с их длинными боаттэйлами) являются намного лучшим выбором.

В действительности, пули Game King имеют минимальное сопротивление из охотничьих пуль *со свинцовыми носиками* всех исследованных брэндов. Эти пули со свинцовыми носиками заострены сильнее, чем большинство других, а длинные боаттэйлы снижают донное сопротивление и форм-фактор. Особенно стоит отметить 7-мм 175-грановую Game King и 200-грановую .30 калибра Game King, обе имеют форм факторы меньше 1.05. Это на удивление низкое сопротивление для полуоболочечной пули. Полуоболочечные пули обычно демонстрируют намного большие среднее сопротивление и непостоянство сопротивления, обусловленное деформацией носика. В результате пули со свинцовыми носиками (полуоболочечные), в основном, не являются хорошим выбором для охот на большие дальности. Тем не менее, из всех доступных брэндов, Sierra Game King лучше подходят для охот на большие дальности, чем все остальные полуоболочечные пули.

Матчевые Пули Berger

Матчевые пули Berger обозначаются как пули линейки *Target.* Пули VLD имеют агрессивные секантные оживала, хорошо приспособленные для уменьшения сопротивления. Хотя достижение исключительно кучности вероятно, секантные оживала делают эти пули более чувствительными к глубине посадки, чем пули с касательными оживалами. В итоге, для достижения хорошей точности необходимо уделять больше внимания глубине посадки.

От .22 калибра до калибра 7мм, конструкции VLD, в общем, имеют форм факторы G7 от 0.93 до 0.95, что ниже среднего сопротивления даже для матчевых пуль. VLD .30 калибра имеют более короткие оживала, поэтому они имеют чуть большее сопротивление (форм факторы от 0.97 до 1.00), чем пули меньших калибров.

У Berger также имеются целевые пули с необычайно длинными касательными оживалами, зарекомендовавшие себя очень успешными дальнобойными целевыми пулями. С касательным оживалом проще достичь нужной кучности (по причинам глубины посадки, указанным выше), и тот факт, что касательные оживала длинные, означает, что пули могут достичь равного или меньшего сопротивления, чем пуля VLD, имеющая более короткое оживало.

Охотничьи Пули Berger

Линейка охотничьих пуль Berger – это все VLD и, без сомнения, они обладают самым низким сопротивлением из всех линеек охотничьих пуль. Большинство средних полуоболочечных охотничьих пуль имеют форм факторы всего от 1.2 до 1.3 или хуже. *Хорошие* дальнобойные охотничьи пули будут иметь форм факторы в диапазоне 1.05. Тем не менее, Berger VLD имеют форм факторы от 0.94 и всего до 1.0, что означает существенно меньшее сопро-

тивление, чем у линеек охотничьих пуль любых других производителей. Этот факт частично обусловил огромное распространение пуль Berger VLD для охот на большие дальности.

Большинство охотников хотели бы избавиться от чувствительности VLD к глубине посадки, что довольно сложно сделать из-за требований к подаче снаряженных патронов из магазина. Другая проблема, возникающая во время охот с пулями VLD, состоит в том, что некоторые заводские винтовки имеют стволы со стандартными твистами, которые слишком медленные для стабилизации большинства пуль VLD в данном калибре. Кроме того, увеличенная длина этих пуль, позволяющая им иметь очень низкое сопротивление, также может потребовать некоторых специальных доработок винтовки, чтобы выжать из них максимум.

Матчевые пули Nosler

Линейка матчевых пуль Nosler известна под названием *Custom Competition.* Пули Custom Competition известны тем, что являются менее дорогим вариантом, обеспечивающим приемлемую точность, но они никогда не позиционировались как пули низкого сопротивления, особенно хорошо подходящие для применений стрельбы на большие дальности.

Охотничьи пули Nosler

Охотничьи пули Nosler весьма успешны. Я полагаю, что это больше обусловлено внутренней конструкцией этих пуль, чем внешнебаллистическими характеристиками. У Nosler есть варианты для любых характеристик экспансивности, которые только можно себе представить. О катастрофически быстром раскрытии пуль Ballistic Tip вармint охотники слагают легенды. Контролируемая экспансивность пуль Partition и Accubond предсказуема и эффективна по более крупному зверю. При изучении терминальных характеристик, я полагаю, что пули Nosler будут находиться ближе к верху списка. Тем не менее, наше исследование касается внешнебаллистических характеристик, и правда в том, что пули Nosler ниже средних по внешней баллистике.

Обычно считается, что пластиковые наконечники пуль Ballistic Tip и Accubond увеличивают их БК до уровня чуть выше среднего. Пластиковые наконечники, определенно, являются улучшением в сравнении с открытыми свинцовыми носиками, но на самом деле, сопротивление для них не намного меньшее, чем у типичной матчевой пули с открытым носиком (~0.040″). Хотя эти наконечники не являются основной проблемой охотничьих пуль Nosler; ими являются боаттэйлы. Заднюю часть пули Nosler Ballistic Tip или Accubond лучше описать как большая пята, нежели боаттэйл. При угле от 14 до 15 градусов и всего ¼ калибра длиной, этот конус просто слишком короток и крут, чтобы функционировать как эффективное устройство для уменьшения донного сопротивления. Пули Ballistic Tip и Accubond имеют форм факторы около 1.10 и 1.15, что соответствует большему сопротивлению, чем вам хотелось бы иметь для дальнобойной охотничьей пули.

Эти пули имеют одну очень сильную внешнебаллистическую характеристику, а именно, очень однообразный БК, обусловленный полимерными наконечниками (конечно, это не применимо к пулям Partition, имеющим свинцовые носики). Наличие пластиковых наконечников гарантирует то, что БК для всех пуль будет одинаковым от выстрела к выстрелу, что очень важно для применений на большие дальности.

Эта линейка пуль может быть драматически улучшена, если бы они имели более длинный и менее крутой боаттэйл.

Матчевые пули Hornady

Линейка матчевых пуль Hornady называется *Amax*, и она довольно популярна среди стрелков на большие дальности, и небезосновательно. Вот важное наблюдение, сделанное в отношении пуль *Amax*: самая тяжелая *Amax* в каждом калибре является конструкцией с *существенно* меньшим сопротивлением, чем более легкие пули.

К примеру, в .22 калибре, 75- и 80-грановые Amax имеют существенно меньшее сопротивление, чем любые более легкие Amax в этом калибре. В 6 мм это 105-грановая пуля. В

6.5 мм, 140-грановая Amax имеет очень низкий форм фактор 0.961. В 7мм, 162-грановая Amax имеет форм фактор всего 0.94, что является одним из лучших результатов из всех тестировавшихся пуль. Если бы эта пуля была чуть-чуть тяжелее, она могла бы стать лидером среди *тяжелых* пуль калибра 7мм. В .308 калибре 208-грановая Amax имеет форм фактор 0.967, что является намного меньшим сопротивлением, чем у 155-, 168- и 178-грановых Amax, и это пуля с самым низким сопротивлением из всех брэндов в этом классе (200+ грановых пуль .30 калибра). В общем, пули Amax обладают хорошими баллистическими характеристиками.

Если вы выбираете самые тяжелые пули в каждом калибре (что, в любом случае, является разумным вариантом для стрельбы на большие дальности), то форм факторы у этих пуль достаточно низкие, а пластиковые наконечники обеспечивают им очень однообразные БК.

Охотничьи пули Hornady

Все протестированные охотничьи пули Hornady со свинцовыми носиками имели очень высокое и в некоторых случаях, очень неоднообразное сопротивление. Это не влияет на успех этих пуль для охот на короткие дальности, но становится тормозом для охот на большие дальности. Ответом Hornady на запросы охотников на большие дальности являются пули SST и Interbond. В этих пулях используются те же пластиковые наконечники, что и на матчевых пулях Amax, что дает им БК, намного лучший, чем у пуль со свинцовыми носиками, и этот БК намного более однообразен. Форм факторы пуль SST и Interbond, в общем, находятся в пределах от 1.05 до 1.10, что довольно хорошо для охотничьих пуль, учитывая, что пули со свинцовыми носиками часто имеют форм факторы больше 1.2 – 1.3.

Матчевые пули Lapua

Матчевые пули Lapua называются *Scenar.* Пули Lapua Scenar, в общем, хорошо сконструированы. Особенно стоит отметить общее использование оптимального угла боаттэйла в 7 или 8 градусов. Угол и длина боаттэйлов пуль Lapua Scenar делают их более эффективными в снижении донного сопротивления, чем в любой другой линейке матчевых пуль. Lapua также является единственным тестировавшимся брэндом пуль, имеющих уменьшенные боаттэйлы. Это уменьшение, похоже, не влияет на характеристики боаттэйла каким-либо существенным образом. Передние концы пуль Scenar также хорошо сконструированы, и эффективны в уменьшении сопротивления. Lapua Scenar, в общем, имеют касательные оживала, но в некоторых случаях применяются и секантные оживала.

Ни одной охотничьей пули Lapua для этой книги не тестировалось.

Охотничьи пули Barnes

Охотничьи пули Barnes хорошо известны своими хорошо проникающими конструкциями, но не настолько хорошо своими внешнебаллистическими характеристиками. Большинство пуль Barnes имеют большие открытые носики и либо плоские донца, либо очень короткие боаттэйлы. В дополнение к этим особенностям, пули Barnes также имеют несколько глубоких канавок на своих ведущих поверхностях, которые добавляют сопротивление, создавая слабые ударные волны. Форм факторы для тестировавшихся пуль Barnes лежат в диапазоне от 1.15 (для заостренной разновидности) до 1.20 и выше.

Внешнебаллистические характеристики пуль Barnes еще сильнее ухудшаются от того факта, что они изготавливаются из материалов меньшей плотности, что означает меньшие значения поперечной нагрузки и меньшие БК для заданной длины и калибра.

Сложите все это вместе, и вы получите пули, которые просто не смогут доставлять хороший процент скорости или энергии на большие дальности. Тем не менее, охотничьи пули Barnes хорошо подходят для очень крупных зверей, требующих более глубокого проникновения, и которых стреляют на коротких дальностях.

Различные производители

В дополнение к крупным брэндам, также тестировались образцы от меньших брэндов и независимых производителей пуль.

Были протестированы некоторые пули JLK, и было обнаружено, что они очень похожи по конструкции и характеристикам на пули Berger VLD. Так как пули JLK изготавливаются из тех же оболочек J-4, что и Охотничьи Berger VLD, можно ожидать, что JLK будут работать сравнимо по зверю.

Была протестирована 155-грановая пуля Palma .308 калибра Австралийского происхождения, и было обнаружено, что это одна из самых лучших по баллистическим характеристикам пуля в своем классе. Эта пуля называется HBC, или *High BC*, имеет агрессивное секантное оживало и длинный боаттэйл, придающие ей форм фактор, равный лучшим предложениям среди 155-грановых пуль от Berger и Sierra.

Была протестирована пуля Palma Южно-Африканского происхождения. Она называется PMP (Pretoria Metal Processing) Lot 66. Эти пули отличаются штампом на донце, имеющем вид заглавной «О» с рисками, выступающими сверху, снизу, слева и справа от «О». Эти пули имеют касательные оживала и форм фактор G7 1.041.

Некоторые уникальные пули от *Dynamic Research Technologies* (DRT) были протестированы на БК. Уникальными их делает тот факт, что они сделаны с использованием сердечников из спрессованного порошкового вольфрама. Основным преимуществом этих пуль является их хрупкость при попадании, что является хорошей особенностью в некоторых применениях. Форм факторы этих пуль оказались сравнимыми с форм факторами других пуль в одинаковых весовых диапазонах. Как следствие наличия сердечника из более плотного материала, эти пули являются относительно более короткими, чем пули с короткими свинцовыми сердечниками того же веса. Основным эффектом, который оказывает это на внешнюю баллистику, является увеличенная стабильность. В частности, эти пули требуют меньших твистов для стабилизации, чем более длинные пули со свинцовыми сердечниками того же веса.

Очень интересные 6.5-мм пули для тестов мне передал один заинтересованный стрелок из Пенсильвании. Эти 136-грановые пули BTHP оказались вторыми пулями, обладающими наименьшим сопротивлением, из прошедших измерения[14]. Эти пули имеют форм фактор G7 0.888! Некоторые заостренные образцы также показали форм фактор G7 0.867. Фамилия изготовителя этих пуль неизвестна. Эти пули продаются только через магазин Джона Хувера *Accuracy One* из Тайрона, Пенсильвания. Джон лично очень преуспел с этими пулями в соревнованиях по F-классу на большие дальности. Контактную информацию Джона можно найти в интернете. Эта пуля называется 136 Hoover.

Комментарии, касающиеся различных применений

Большинство крупных брэндов имеют хорошие варианты матчевых пуль для больших дальностей. Большинство брэндов имеют предложения в каждом калибре с форм факторами ниже 1.0. Ни одна из них, на самом деле, не превосходит наголову остальные в плане баллистических характеристик. В среднем, Berger VLD и пули Target с длинными касательными оживалами имеют чуть меньшее сопротивление, чем большинство других матчевых пуль с некоторыми исключениями, но это преимущество не является подавляющим. В общем, баллистические характеристики тяжелых пуль сравнимы для большинства брэндов, и решение о том, какую пулю использовать, должно быть основано на воспроизводимой кучности пуль, которая определяется причудами и *вкусом* вашей винтовки.

Охотничьи пули – совсем другая история. Дальнобойные охотничьи пули от Nosler, Hornady и Sierra все достаточно близки друг к другу по баллистическим характеристикам, и имеют форм факторы порядка 1.05 – 1.15. Пули Barnes, в общем, показывают более высокое сопротивление. Пули Berger VLD намного *выше остальных* в плане внешнебаллистических

[14] 6.5-мм 140-грановые JLK имеют наименьшее сопротивление из всех тестировавшихся пуль с форм фактором G7 0.878.

характеристик среди охотничьих пуль. Другие брэнды охотничьих пуль, в основном, сосредоточены на терминальных характеристиках, *что важно,* но им недостает эффективного внешнего облика, так как пуля должна достичь своей цели на большой дальности с большим количеством остаточной энергии.

Комментарии, Касающиеся Калибров

В малых калибрах, а именно, 22 кал., имеется большое естественное препятствие, которое нужно преодолевать, и это относительный размер их мепла. Более того, самые тяжелые пули в 22 калибре (90 гран) известны тем, что ведут себя очень своеобразно и довольно неодинаково на больших дальностях. 75-80 грановые пули намного более надежны, и являются практической тяжеловесной опцией для работы на большие дальности в этом калибре. 22 калибр слишком мал для охотничьего патрона за исключением варминтов и дичи среднего размера на коротких дальностях и высоких скоростях.

6мм становится все более популярным среди стрелков по мишеням на большие дальности, так как появилось большое количество пуль низкого сопротивления весом более 100 гран. Низкая отдача и баллистические характеристики этого патрона довольно привлекательны для того, чтобы рассматривать его в качестве целевого патрона универсального применения. Даже самые тяжелые 6-мм пули (в диапазоне 115 гран) на 3000 фт/с немного проигрывают по баллистическим характеристиками крупным калибрам, но эта разница, определенно, не настолько велика, чтобы 6-мм пули не были конкурентоспособными. В качестве охотничьего патрона, 6мм хорош по варминтам и дичи от малого до среднего размера для коротких и средних дальностей.

25 калибр – это традиционный охотничий калибр, но для него существует не так много пуль с высоким БК, особенно хорошо подходящих для охот на *большие дальности.*

6.5 мм стал баллистическим эталоном среди дальнобойных калибров для стрельбы по мишеням. Это не удивительно, потому что существует множество великолепных матчевых пуль низкого сопротивления от всех основных брэндов в этом калибре. 6.5 мм обычно не считается охотничьим патроном, но с правильными пулями ничто не удерживает его от того, чтобы быть эффективным по дичи от малого до среднего размера на хороших дальностях.

270 калибр традиционно является охотничьим патроном, для которого существуют, в основном, охотничьи пули. В качестве охотничьего патрона, этот калибр относительно настильно стреляет, и способен убивать крупных зверей на больших дальностях.

7мм – это, определенно, мой любимы калибр для стрельбы на большие дальности. Существует множество превосходных 7-мм пуль и патронников для охот и стрельбы по мишеням. В патронах большой вместимости, 7мм способен добывать мелкую, среднюю и даже крупную дичь на повышенных дальностях. Это достижимо без изматывающей отдачи тяжелых пуль .30 калибра, используемых на больших дальностях.

Исторически, .30 калибр, вероятно, является самым распространенным калибром, используемым для стрельбы по мишеням на большие дальности и охот. Я говорю исторически, потому что стрельба по мишеням на большие дальности в последнее время демонстрирует очень четкую тенденцию к применению меньших калибров, в которых отдача более терпима, а выбор пуль очень хорош. Я думаю, что .30 калибр является и останется первоклассным дальнобойным охотничьим калибром, из-за терминальных характеристик (энергетики) более тяжелых пуль. Это требование, о котором стрелки по мишеням не заботятся, но когда дело заходит до убийства крупных животных на больших дальностях, энергия у цели всегда останется высшим приоритетом.

Самым крупным калибром, используемым в настоящее время для стрельбы на большие дальности, является .338. Исторически, потенциал этого патрона ограничивался относительно ограниченным выбором пуль. Недавнее добавление 300-грановых пуль от Lapua и Berger сделало его более привлекательным вариантом для охот на большие дальности и стрельбы по мишеням. Я полагаю, что повсеместное применение винтовок .338 калибра в

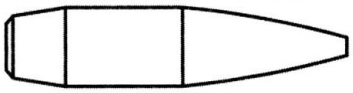
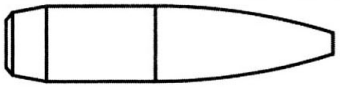
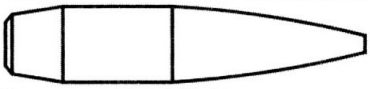
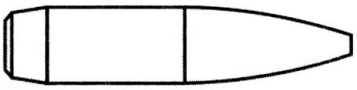
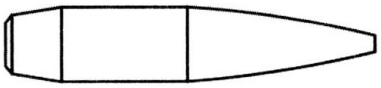
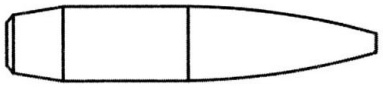
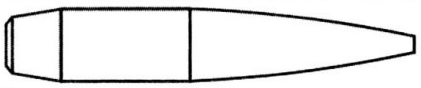
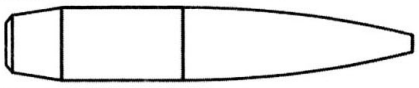
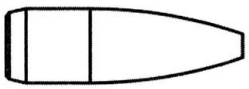
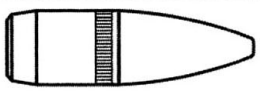
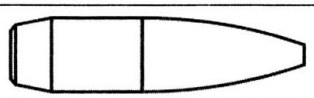
соревнованиях по стрельбе по мишеням будет ограничено теми соревнованиями, где разрешаются дульные тормозы и/или нет ограничений по весу (из-за избыточной отдачи).

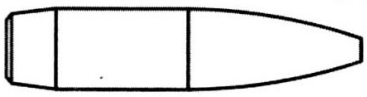
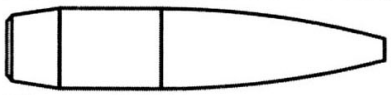
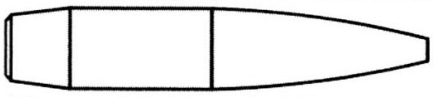
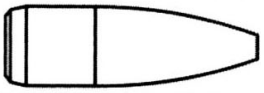
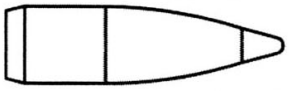
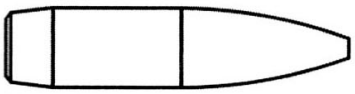
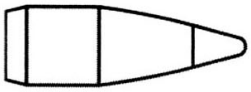
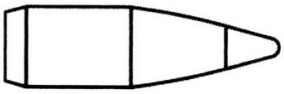
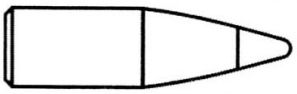
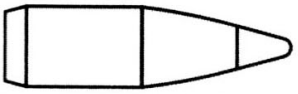
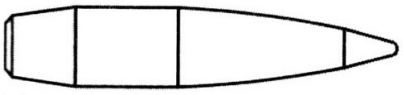
Выводы

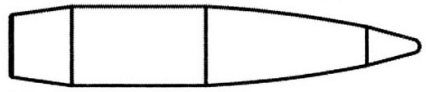
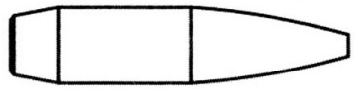
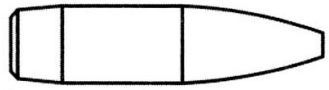
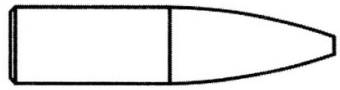
В этой главе я представил описания деталей, содержащихся в приводимых далее таблицах данных, чтобы читатель мог понять и использовать максимум информации. Изучив экспериментальные данные и применив здравый смысл, читатель окажется достаточно вооружен, чтобы делать информированные суждения в отношении относительных внешнебаллистических характеристик пуль. Это никогда не было возможным в прошлом, когда БК заявлялись отдельными производителями пуль и основывались на различных измерениях и методиках представления.

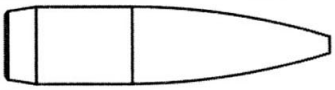
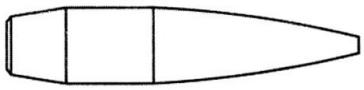
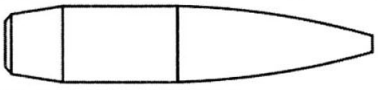
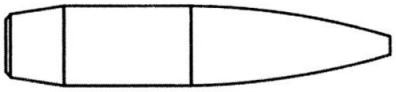
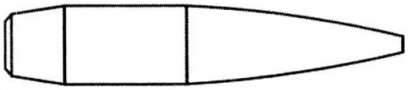
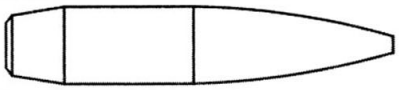
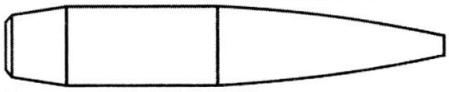
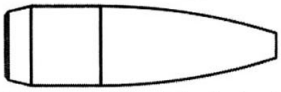
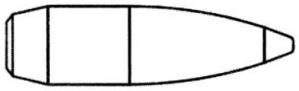
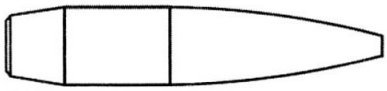
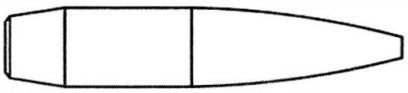
Более того, был представлен эмпирический метод, позволяющий предсказывать форм фактор G7 и БК для пуль на основании их геометрии и массы. Так как эта схема прогнозирования сфокусирована только на пулях стрелкового оружия и конструкциях с боаттэйлами, она показывает лучшую кучность, чем типичные методы аэродинамического прогнозирования. Предсказанные с помощью этого метода форм факторы и БК совпадают с точностью +/- 4.2% в 95% случаев, если параметры пули измерены точно. Если непосредственное измерение параметров пули невозможно, можно сделать достаточно точные *оценки*, и на их базе сделать расчеты, которые окажутся более точными, чем заявленные производителем БК.

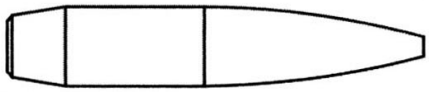
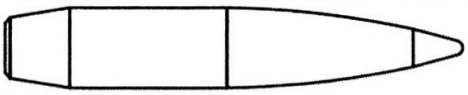
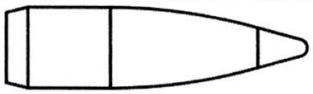
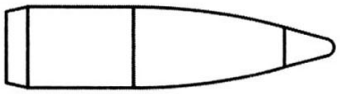
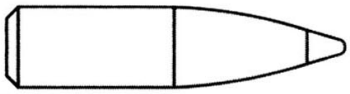
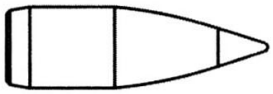
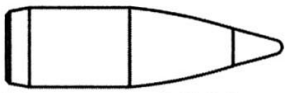
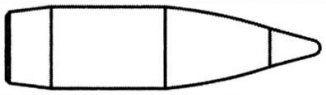
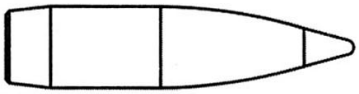
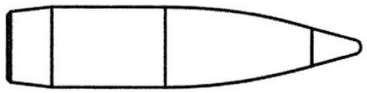
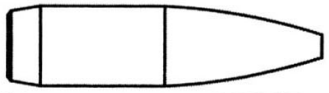
В следующих таблицах сведена общая информация об измеренных форм факторах G7 и БК (G1 и G7) для всех протестированных пуль.

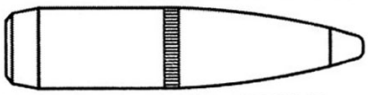
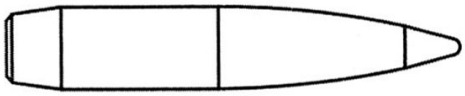
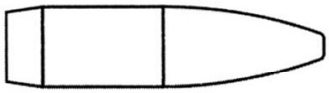
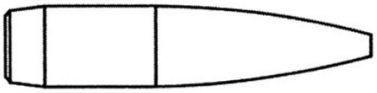
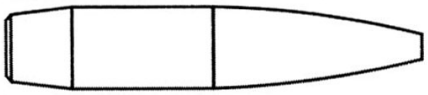
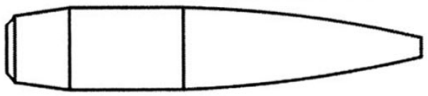
Пули .224 Калибра				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Berger 70 VLD*	0.199	1.050	0.190	0.371
 *Berger 73 BT*	0.208	1.184	0.176	0.343
 *Berger 75 VLD*	0.214	0.987	0.217	0.423
 *Berger 77 BT*	0.219	1.142	0.192	0.376
 *Berger 80 VLD*	0.228	1.001	0.228	0.445
 *Berger 82 BT*	0.234	1.029	0.227	0.444
 *Berger 90 VLD*	0.256	0.911	0.281	0.551
 *Berger 90 BT*	0.256	0.979	0.262	0.512
 *Sierra 52 Match King*	0.148	1.327	0.112	0.218
 *Sierra 55 FMJBT*	0.157	1.178	0.133	0.260
 *Sierra 69 Match King*	0.197	1.161	0.169	0.331

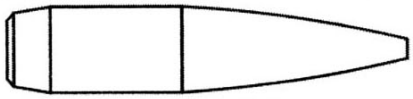
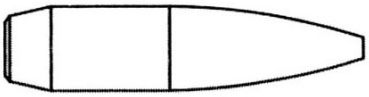
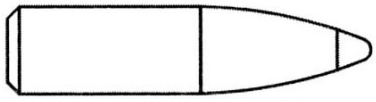
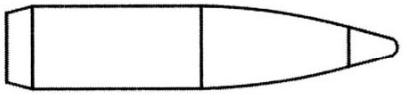
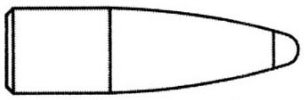
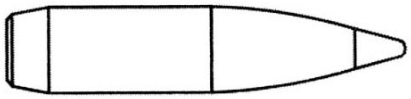
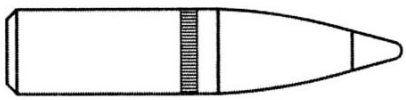
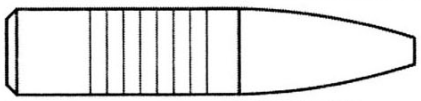
(пули .224 калибра, продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Sierra 77 Match King*	0.219	1.156	0.190	0.371
 *Sierra 80 Match King*	0.228	1.048	0.217	0.425
 *Sierra 90 Match King*	0.256	0.999	0.256	0.501
 *Nosler 52 CC*	0.148	1.310	0.113	0.221
 *Nosler 55 Ballistic Tip*	0.157	1.206	0.130	0.255
 *Nosler 77 CC*	0.219	1.138	0.193	0.377
 *Hornady 40 Vmax*	0.114	1.185	0.096	0.188
 *Hornady 50 Vmax*	0.142	1.224	0.116	0.228
 *Hornady 55 Vmax*	0.157	1.230	0.127	0.249
 *Hornady 52 Amax*	0.148	1.241	0.119	0.234
 *Hornady 75 Amax*	0.214	1.010	0.212	0.414

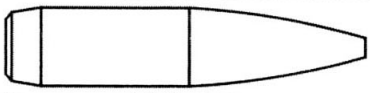
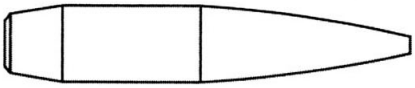
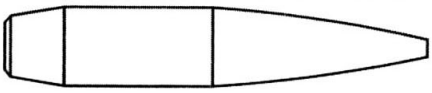
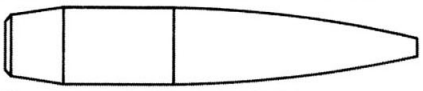
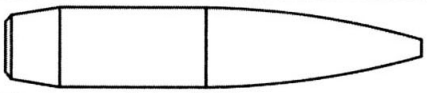
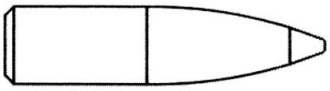
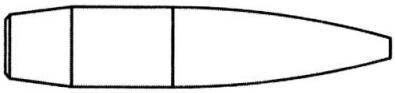
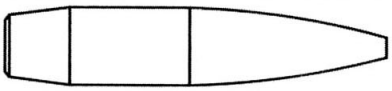
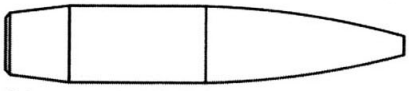
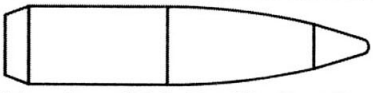
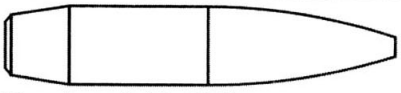
(пули .224 калибра, продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Hornady 80 Amax*	0.228	0.987	0.231	0.452
 *Hornady 68 BTHP*	0.194	1.147	0.169	0.331
 *Lapua 69 Scenar*	0.197	1.164	0.169	0.331
 *DRT 79 Frangible*	0.225	1.182	0.190	0.372

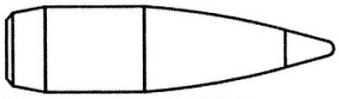
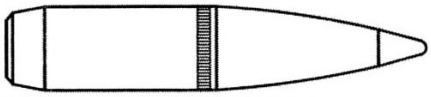
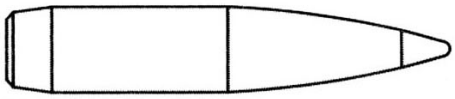
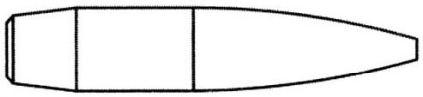
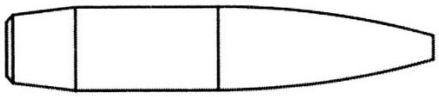
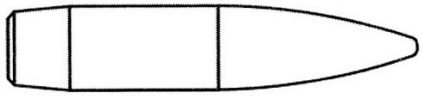
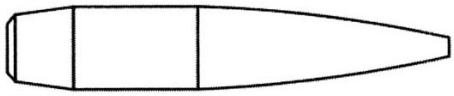
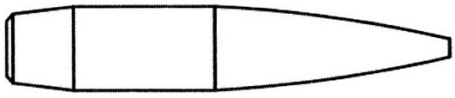
Пули .243 калибра (6мм)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Berger 90 BT*	0.218	1.036	0.210	0.411
 *Berger 95 VLD*	0.230	0.923	0.249	0.486
 *Berger 100 BT*	0.242	0.984	0.246	0.481
 *Berger 105 BT*	0.254	1.006	0.252	0.493
 *Berger 105 VLD*	0.254	0.933	0.272	0.532
 *Berger 108 BT*	0.261	0.999	0.262	0.511
 *Berger 115 VLD*	0.278	0.998	0.279	0.545
 *Sierra 70 Match King*	0.169	1.286	0.132	0.258
 *Sierra 80 Blitz*	0.194	1.256	0.154	0.302
 *Sierra 95 Match King*	0.230	0.993	0.232	0.453
 *Sierra 107 Match King*	0.259	0.993	0.262	0.510

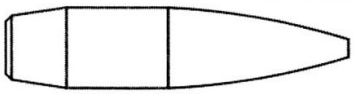
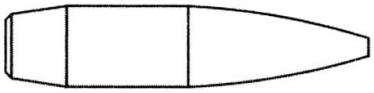
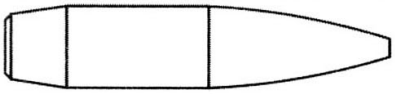
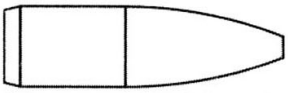
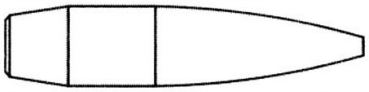
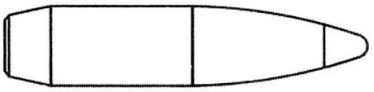
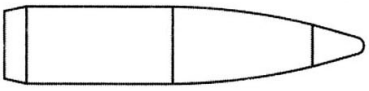
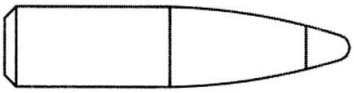
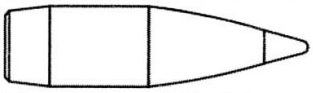
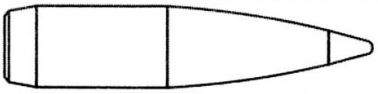
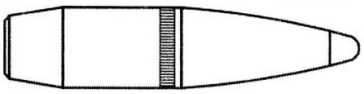
(6-мм пули, продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *DTAC 115 BTHP*	0.278	1.007	0.276	0.540
 *DTAC 117 BT*	0.283	1.000	0.283	0.553
 *Nosler 70 Ballistic Tip*	0.169	1.185	0.143	0.279
 *Nosler 80 Ballistic Tip*	0.194	1.172	0.165	0.323
 *Nosler 95 Partition*	0.230	1.303	0.177	0.345
 *Hornady 58 Vmax*	0.140	1.177	0.119	0.233
 *Hornady 65 Vmax*	0.157	1.176	0.134	0.261
 *Hornady 75 Vmax*	0.182	1.115	0.163	0.318
 *Hornady 87 Vmax*	0.211	1.076	0.196	0.382
 *Hornady 85 Interbond*	0.206	1.081	0.190	0.372
 *Hornady 87 BTHP*	0.211	1.180	0.178	0.349

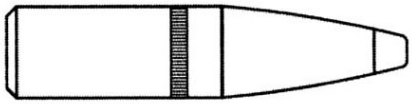
(6мм пули, продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Hornady 100 BTSP*	0.242	1.224	0.198	0.386
 *Hornady 105 Amax*	0.254	1.010	0.252	0.492
 *Lapua 90 FMJBT*	0.218	1.179	0.185	0.361
 *Lapua 90 Scenar*	0.218	0.999	0.218	0.426
 *Lapua 105 Scenar*	0.254	1.025	0.248	0.484
 *JLK 105 VLD*	0.254	0.950	0.267	0.523

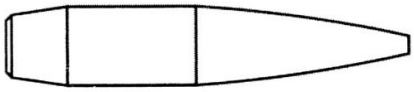
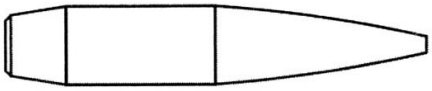
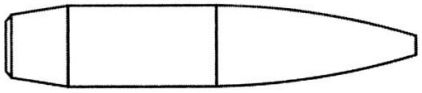
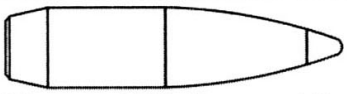
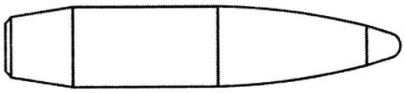
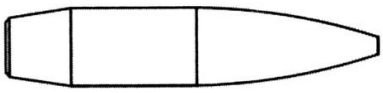
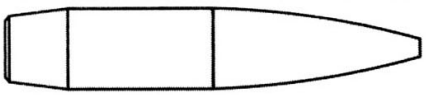
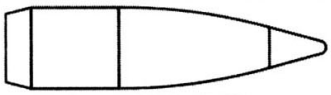
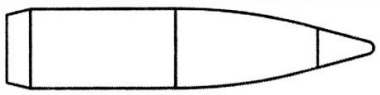
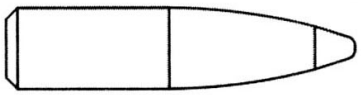
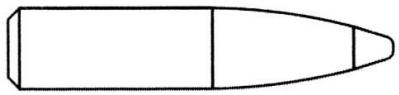
Пули 25 калибра (.257”)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Berger 115 VLD*	0.249	1.043	0.239	0.466
 *Sierra 100 MK*	0.216	1.173	0.184	0.361
 *Sierra 117 Pro Hunter*	0.253	1.410	0.180	0.351
 *Nosler 115 Ballistic Tip*	0.249	1.221	0.204	0.399
 *Hornady 87 Spire Point*	0.188	1.266	0.149	0.291
 *Hornady 110 Interbond*	0.238	1.169	0.204	0.398
 *Hornady 117 SST*	0.253	1.353	0.187	0.366
 *Barnes 115 TSX FB*	0.249	1.517	0.164	0.320

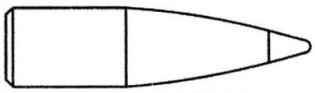
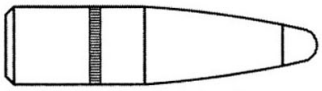
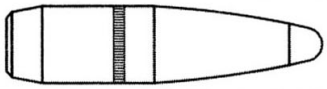
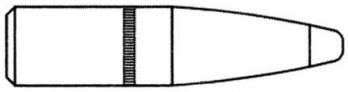
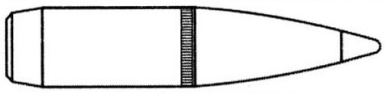
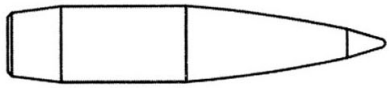
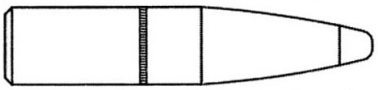
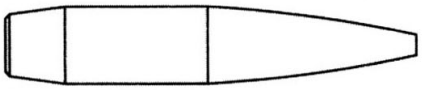
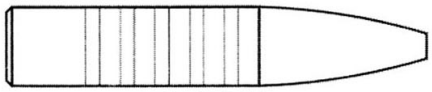
Пули .264 калибра (6.5 мм)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Berger 120 BT*	0.246	1.061	0.232	0.453
 *Berger 130 VLD*	0.267	0.944	0.282	0.552
 *Berger 140 VLD*	0.287	0.918	0.313	0.612
 *Berger 140 LR BT HP*	0.287	0.946	0.303	0.592
 *Berger 140 BT*	0.287	1.002	0.286	0.559
 *Sierra 120 Pro Hunter*	0.246	1.207	0.204	0.398
 *Sierra 107 Match King*	0.219	0.954	0.230	0.450
 *Sierra 123 Match King*	0.252	0.970	0.260	0.509
 *Sierra 142 Match King*	0.291	0.968	0.301	0.588
 *Nosler 120 Ballistic Tip*	0.246	1.151	0.214	0.418
 *Nosler 140 CC*	0.287	1.021	0.281	0.550

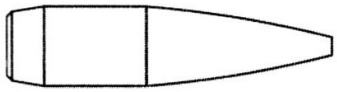
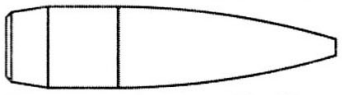
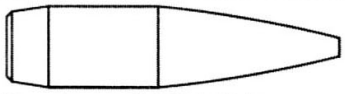
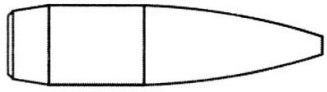
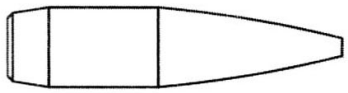
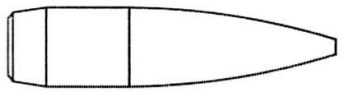
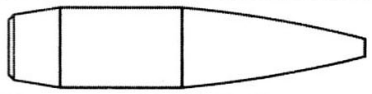
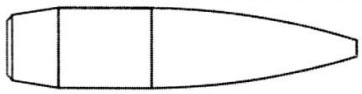
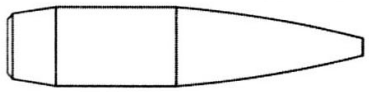
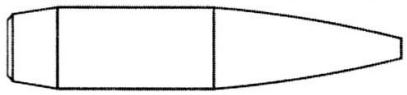
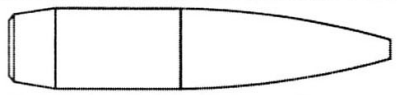
(6.5мм пули, продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Hornady 95 Vmax*	0.195	1.069	0.182	0.357
 *Hornady 129 SST*	0.264	1.072	0.247	0.483
 *Hornady 140 Amax*	0.287	0.961	0.299	0.584
 *Lapua 108 Scenar*	0.221	0.985	0.225	0.440
 *Lapua 139 Scenar*	0.285	1.002	0.285	0.557
 *Lapua 144 Scenar*	0.295	1.023	0.289	0.564
 *JLK 140 VLD*	0.287	0.878	0.327	0.639
 *136 Hoover*	0.279	0.888	0.314	0.614

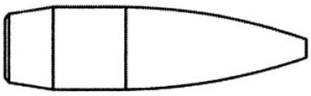
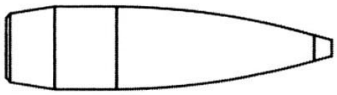
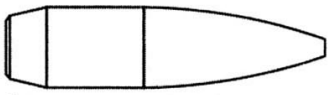
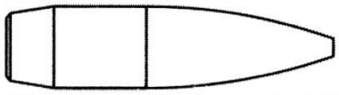
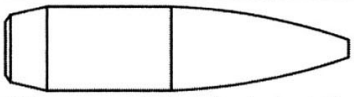
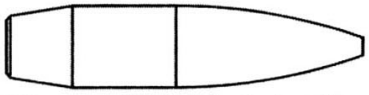
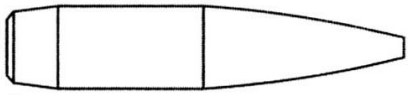
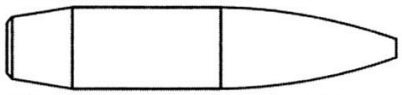
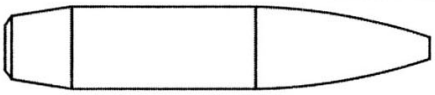
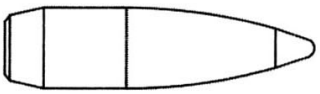
Пули 270 калибра (.277”)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Berger 130 VLD*	0.242	1.048	0.231	0.452
 *Berger 140 VLD*	0.261	1.046	0.249	0.487
 *Berger 150 VLD*	0.279	1.061	0.263	0.514
 *Sierra 115 Match King*	0.214	1.325	0.162	0.316
 *Sierra 135 Match King*	0.251	0.992	0.253	0.495
 *Sierra 150 Game King*	0.279	1.180	0.237	0.463
 *Nosler 140 Ballistic Tip*	0.261	1.148	0.227	0.444
 *Nosler 140 Partition*	0.261	1.257	0.207	0.405
 *Hornady 110 Vmax*	0.205	1.138	0.180	0.352
 *Hornady 130 Interbond*	0.242	1.065	0.227	0.445
 *Hornady 140 BTSP*	0.261	1.145	0.228	0.445

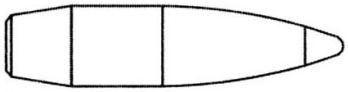
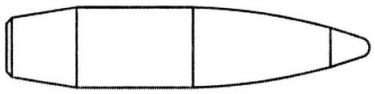
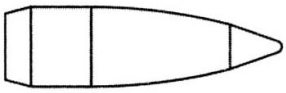
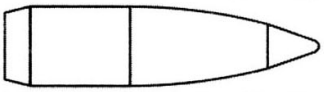
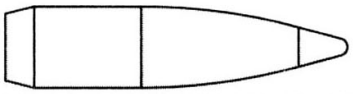
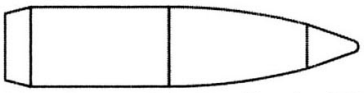
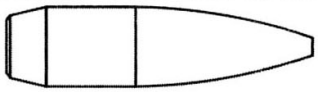
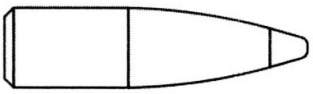
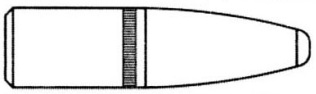
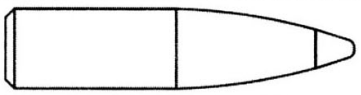
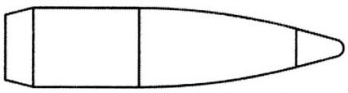
(пули .270 калибра, продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Hornady 150 Interlock*	0.279	1.353	0.206	0.403

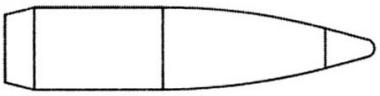
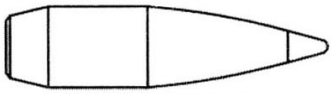
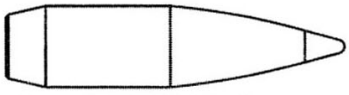
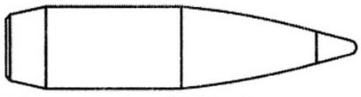
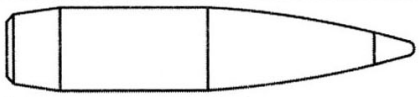
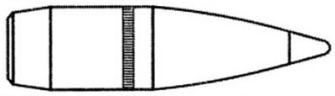
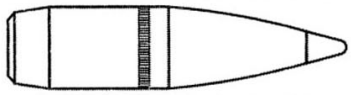
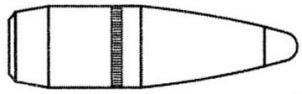
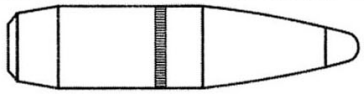
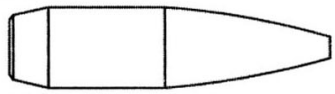
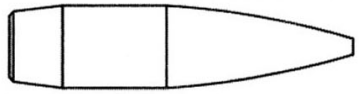
Пули .284 калибр (7мм)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Berger 168 VLD*	0.298	0.942	0.316	0.617
 *Berger 180 VLD*	0.319	0.946	0.337	0.659
 *Berger 180 BT*	0.319	1.016	0.314	0.613
 *Sierra 150 Game King*	0.266	1.209	0.220	0.430
 *Sierra 175 Game King*	0.310	1.048	0.296	0.579
 *Sierra 168 Match King*	0.298	1.030	0.289	0.565
 *Sierra 175 Match King*	0.310	0.948	0.327	0.639
 *Nosler 120 BT*	0.213	1.150	0.185	0.361
 *Nosler 150 BT*	0.266	1.163	0.229	0.447
 *Nosler 150 Partition*	0.266	1.256	0.212	0.414
 *Nosler 175 Partition*	0.310	1.337	0.232	0.453

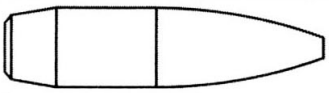
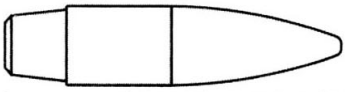
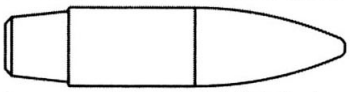
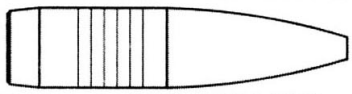
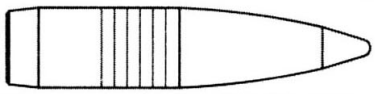
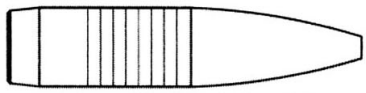
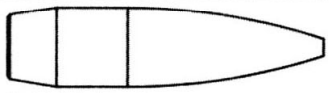
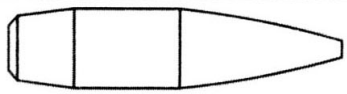
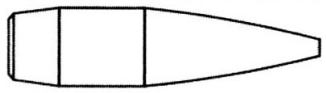
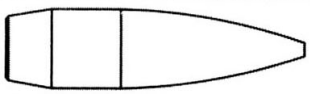
(Пули .284 калибра (7мм), продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Hornady 120 Vmax*	0.213	1.155	0.184	0.360
 *Hornady 139 SP Interlock*	0.246	1.261	0.196	0.382
 *Hornady 139 BTSP Interlock*	0.246	1.207	0.204	0.398
 *Hornady 154 SP Interlock*	0.273	1.300	0.210	0.411
 *Hornady 154 SST*	0.273	1.086	0.251	0.492
 *Hornady 162 Amax*	0.287	0.936	0.307	0.599
 *Hornady 175 Interlock*	0.310	1.314	0.236	0.461
 *JLK 180 BTHP*	0.319	0.966	0.330	0.645
 *Barnes 175 TSX*	0.310	1.525	0.203	0.397

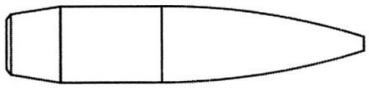
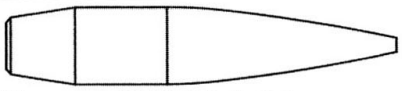
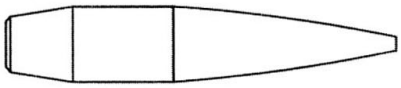
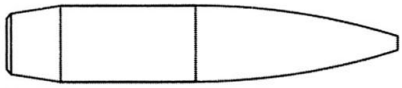
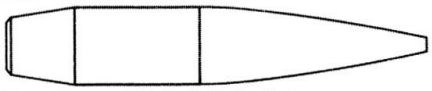
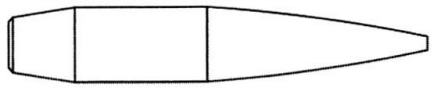
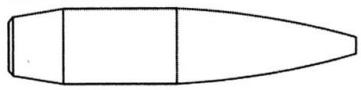
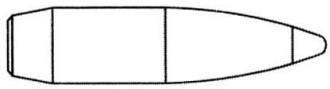
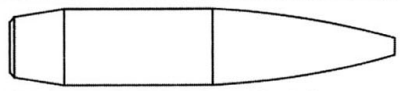
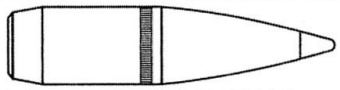
Пули .308 калибра (7.62мм)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Berger 155 VLD*	0.233	1.039	0.225	0.439
 *Berger 155.5 Fullbore*	0.234	0.988	0.237	0.464
 *Berger 168 VLD*	0.253	1.047	0.242	0.473
 *Berger 168 BT*	0.253	1.096	0.231	0.452
 *Berger 175 VLD*	0.264	1.035	0.255	0.498
 *Berger 175 Long Range BT*	0.264	0.999	0.264	0.515
 *Berger 185 VLD*	0.279	0.993	0.281	0.549
 *Berger 185 Long Range BT*	0.279	0.972	0.287	0.560
 *Berger 190 VLD*	0.286	0.982	0.291	0.570
 *Berger 210 VLD*	0.316	0.979	0.323	0.631
 *Berger 210 Long Range BT*	0.316	0.988	0.320	0.626

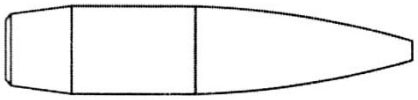
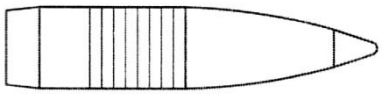
(пули .308 калибра (7.62 мм), продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Sierra 155 Palma (2155)*	0.233	1.092	0.214	0.417
 *Sierra 155 Palma (2156)*	0.233	1.018	0.229	0.447
 *Sierra 168 Match King*	0.253	1.161	0.218	0.427
 *Sierra 175 Match King*	0.264	1.084	0.243	0.475
 *Sierra 180 Match King*	0.271	1.099	0.247	0.482
 *Sierra 190 Match King*	0.286	1.061	0.270	0.527
Image not available *Sierra 200 Match King*	0.301	1.058	0.285	0.557
 *Sierra 210 Match King*	0.316	1.000	0.316	0.619
 *Sierra 220 Match King*	0.331	1.068	0.310	0.607
 *Sierra 240 Match King*	0.361	1.092	0.332	0.647
 *Sierra 165 Game King*	0.249	1.169	0.213	0.416

(пули .308 калибра (7.62мм), продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Sierra 180 Game King*	0.271	1.120	0.242	0.473
 *Sierra 200 SPBT*	0.301	1.041	0.290	0.566
 *Nosler 125 Ballistic Tip*	0.188	1.128	0.167	0.326
 *Nosler 150 Ballistic Tip*	0.226	1.115	0.203	0.396
 *Nosler 165 Ballistic Tip*	0.249	1.096	0.227	0.444
 *Nosler 180 Ballistic Tip*	0.271	1.126	0.241	0.471
 *Nosler 168 Custom Comp*	0.253	1.159	0.218	0.426
 *Nosler 165 Partition*	0.249	1.321	0.188	0.367
 *Nosler 180 Partition*	0.271	1.475	0.184	0.359
 *Nosler 200 Partition*	0.301	1.210	0.250	0.487
 *Nosler 165 Accubond*	0.249	1.092	0.228	0.445

(Пули .308 калибра (7.62 мм), продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Nosler 180 Accubond*	0.271	1.102	0.246	0.481
 *Hornady 155 Amax*	0.233	1.100	0.212	0.415
 *Hornady 168 Amax*	0.253	1.101	0.230	0.450
 *Hornady 178 Amax*	0.268	1.118	0.240	0.469
 *Hornady 208 Amax*	0.313	0.967	0.324	0.633
 *Hornady 150 SST*	0.226	1.095	0.206	0.403
 *Hornady 165 SST*	0.249	1.110	0.224	0.438
 *Hornady 150 BTSP*	0.226	1.309	0.173	0.337
 *Hornady 190 BTSP*	0.286	1.205	0.238	0.464
 *Hornady 168 HPBT*	0.253	1.143	0.222	0.433
 *Lapua 155 Scenar*	0.233	0.988	0.236	0.462

(Пули .308 калибра (7.62мм), продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Lapua 167 Scenar*	0.252	1.163	0.216	0.423
Изображение отсутствует *Lapua 185 Scenar*	0.279	1.130	0.247	0.483
 *Lapua 185 FMJBT (D46)*	0.279	1.081	0.258	0.504
 *Lapua 200 FMJBT (дозвуковая)*	0.301	1.198	0.252	0.491
 *Barnes 168 TSX BT*	0.253	1.264	0.200	0.391
 *Barnes 168 TSXT BT*	0.253	1.142	0.222	0.434
 *Barnes 180 TSX BT*	0.271	1.185	0.229	0.447
 *DRT 175 Хрупкая (бессвинцов.)*	0.264	1.113	0.237	0.464
 *DRT 200 Хрупкая (бессвинцов.)*	0.301	1.020	0.295	0.578
 *155 HBC (Австралия)*	0.233	0.989	0.236	0.462
 *155 PMP (Южная Африка)*	0.233	1.041	0.224	0.439

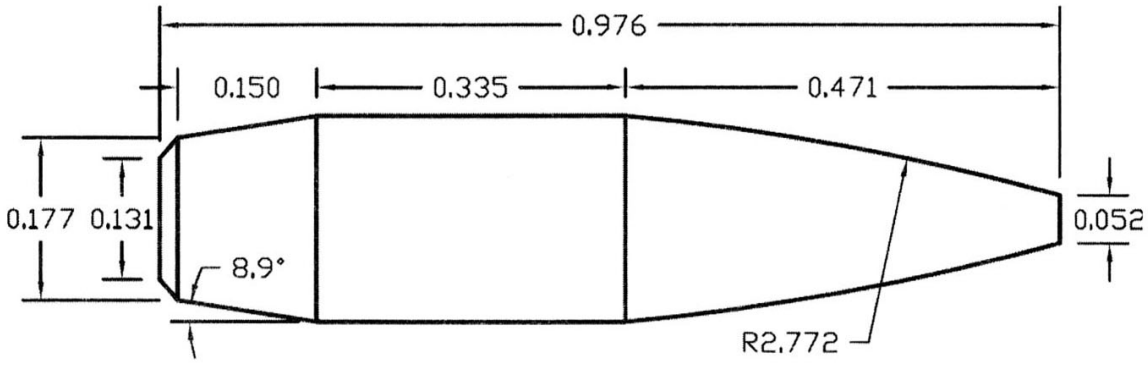
Пули .338 калибра				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Berger 250 BT*	0.313	0.943*	0.332	0.648
 *Berger 250 Hybrid*	0.313	0.822	0.380	0.743
 *Berger 250 VLD*	0.313	0.801	0.390	0.762
 *Berger 300 BT*	0.375	0.943	0.398	0.777
 *Berger 300 Hybrid*	0.375	0.822	0.456	0.892
 *Berger 300 VLD*	0.375	0.801	0.468	0.914
 *Sierra 250 Match King*	0.313	0.996	0.314	0.614
 *Sierra 250 Game King*	0.313	1.177	0.266	0.520
 *Sierra 300 Match King*	0.375	0.986	0.381	0.745
 *Hornady 225 SST*	0.281	1.060	0.266	0.520
***Пули Berger .338 калибра не были доступны ко времени моих тестов, поэтому данные цифры оценены на основании конструкции пули.**				

(пули .338 калибра, продолжение)				
Пуля	**ПН**	**i_7**	**G7 БК**	**G1 БК**
 *Hornady 250 BTHP Match*	0.313	0.970	0.323	0.631
 *Barnes 225 TTSX BT*	0.281	1.113	0.253	0.495

Таблицы Экспериментальных Данных по Сопротивлению и БК

.224 Калибр (5.56 мм)

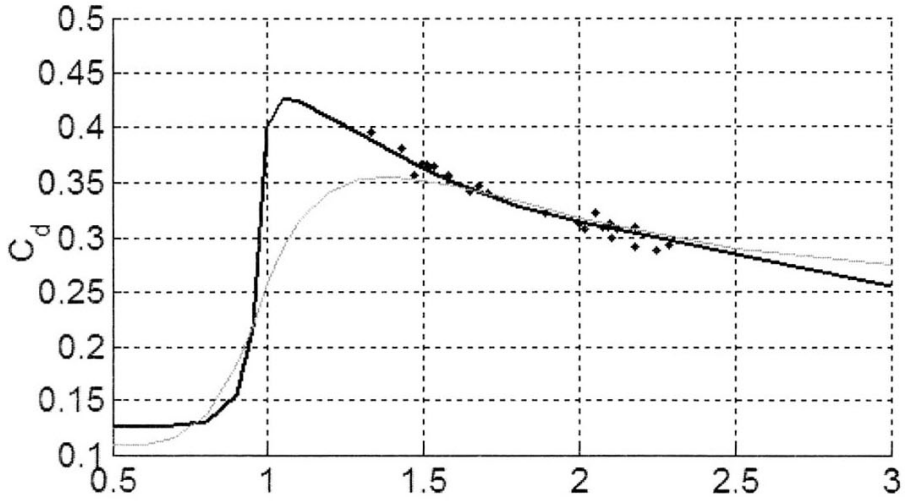
70-грановая .224 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#1136

Размер выборки: 15	**Радиус Оживала: 12.37 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.199 lb/in²	**Rt/R: 0.53**

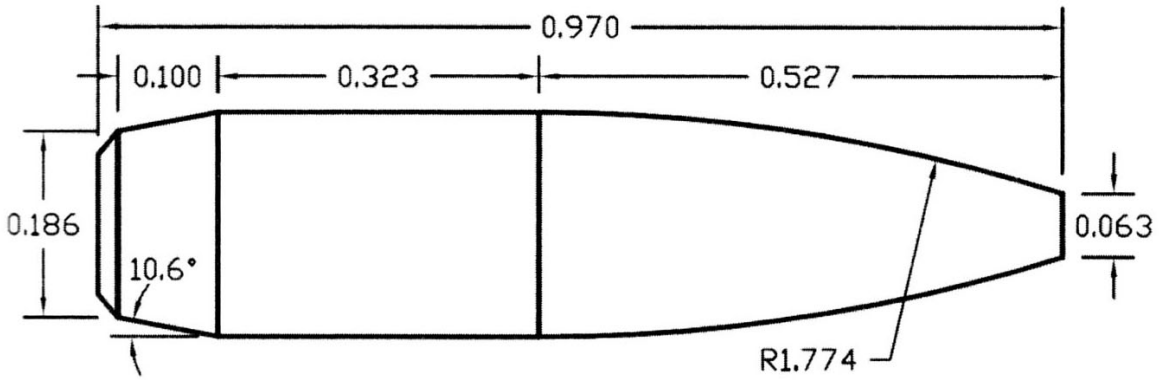
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.389	1.058	0.188	0.588	0.339
2000 / 1.79	0.334	1.064	0.187	0.536	0.372
2500 / 2.23	0.296	1.042	0.191	0.524	0.381
3000 / 2.68	0.269	1.035	0.193	0.507	0.393
Средние:		**1.050**	**0.190**	**0.539**	**0.371**
Вариации:		**0.029**	**0.005**	**0.081**	**0.054**

***Berger заявляет БК G1 0.382 для этой пули на всех скоростях (5% ошибки)**

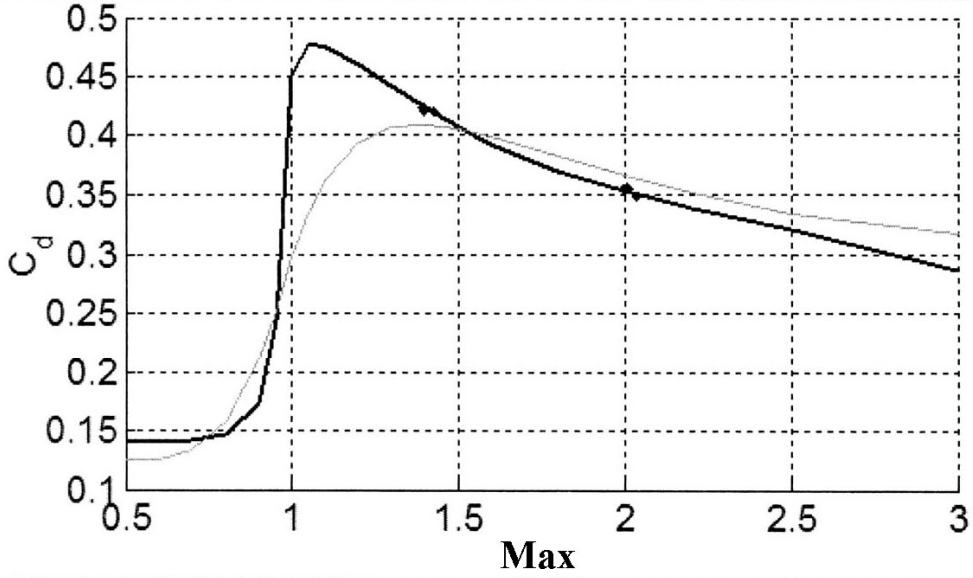
73-грановая .224 калибра Berger BT



Размеры сняты для Lot#137

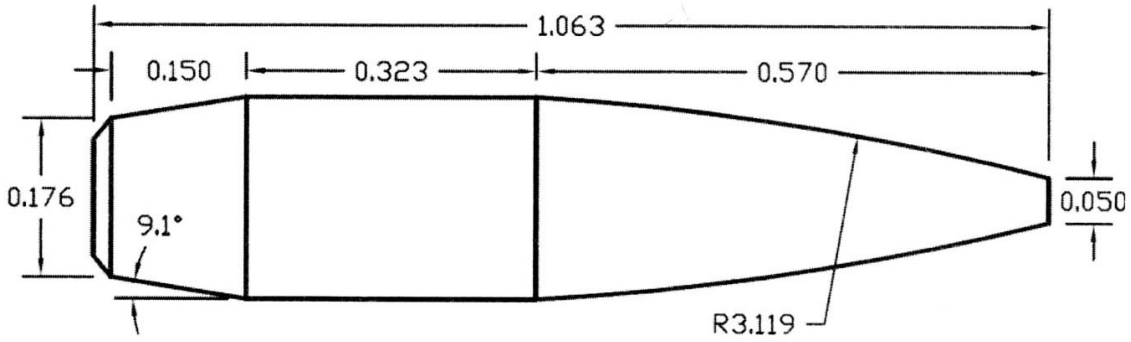
Размер выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.92 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.208 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.432	1.176	0.177	0.653	0.318
2000 / 1.79	0.375	1.196	0.174	0.602	0.345
2500 / 2.23	0.336	1.182	0.176	0.594	0.350
3000 / 2.68	0.307	1.182	0.176	0.579	0.359
Средние:		**1.184**	**0.176**	**0.607**	**0.343**
Вариации:		**0.020**	**0.003**	**0.074**	**0.041**

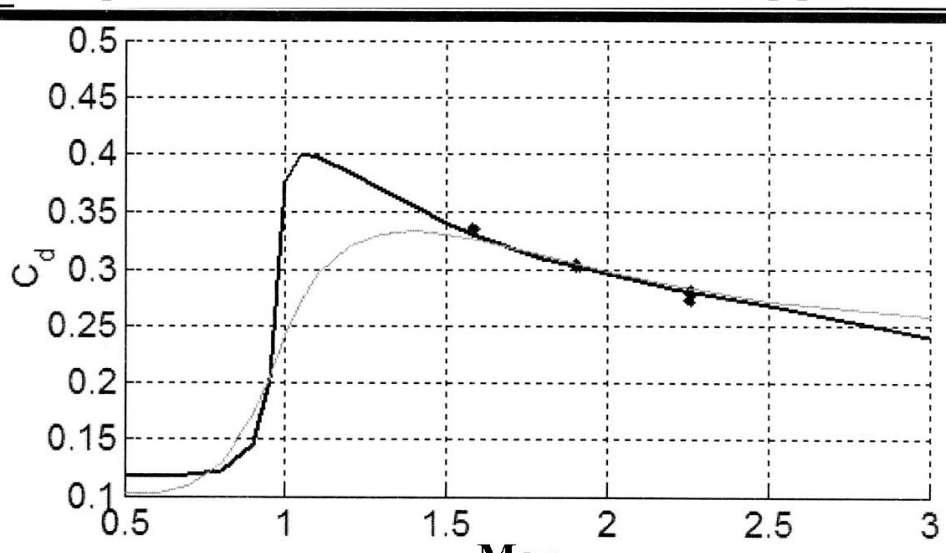
75-грановая .224 калибра Berger VLD



Размеры сняты для Lot#1174

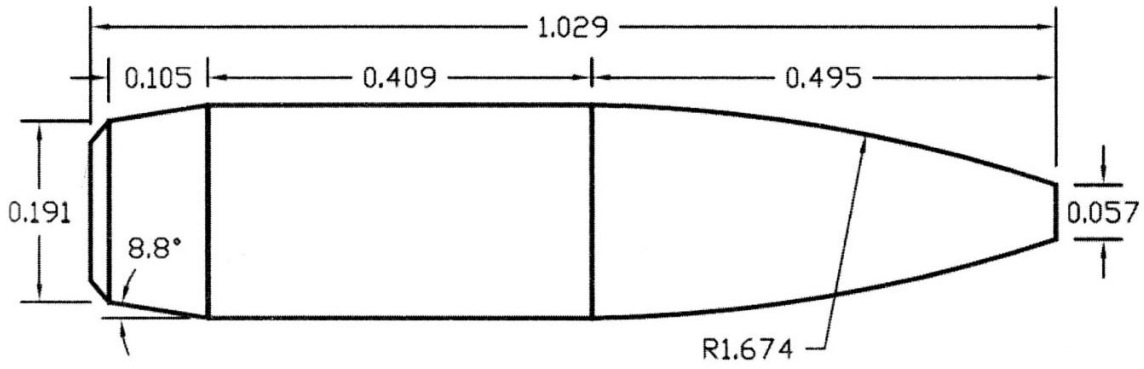
Размер выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**13.92 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.214 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.65**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.366	0.998	0.214	0.555	0.385
2000 / 1.79	0.314	1.001	0.213	0.504	0.424
2500 / 2.23	0.278	0.978	0.218	0.491	0.435
3000 / 2.68	0.252	0.969	0.220	0.475	0.449
Средние:		**0.987**	**0.217**	**0.506**	**0.423**
Вариации:		**0.032**	**0.007**	**0.080**	**0.065**

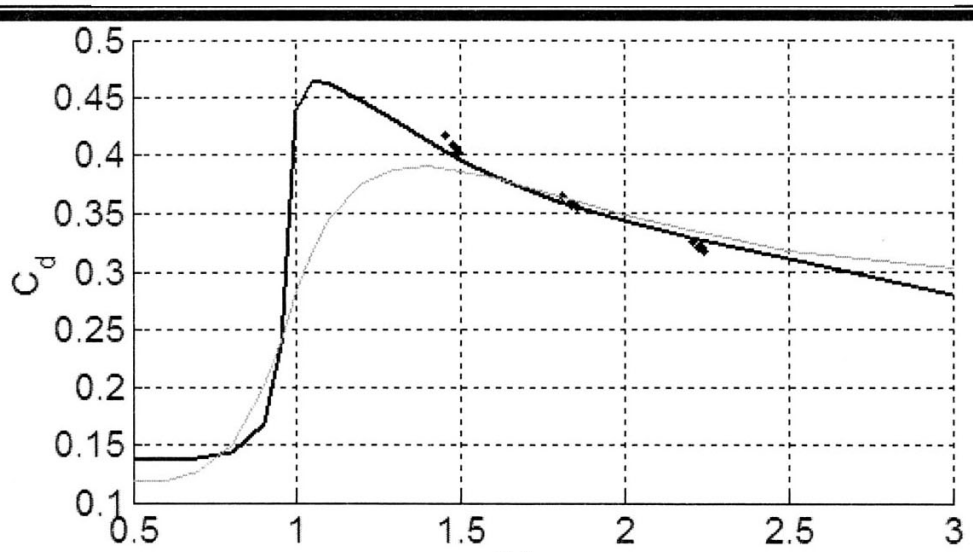
77-грановая .224 калибра Berger BT



Размеры сняты с Lot#961

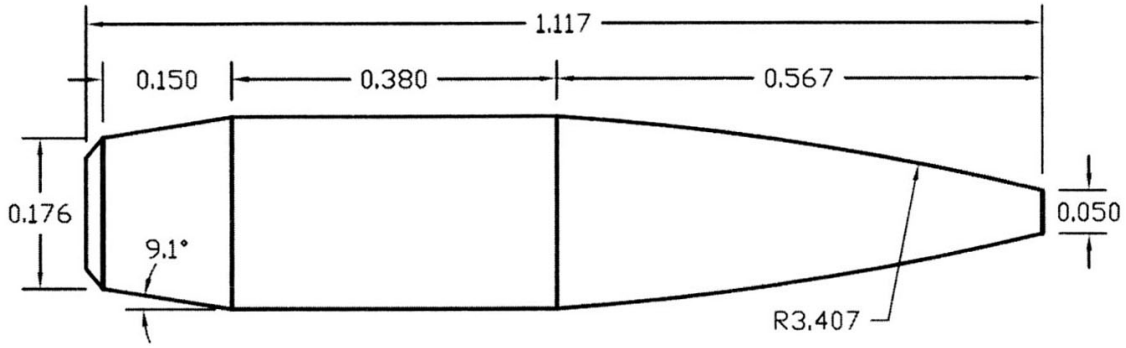
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.47 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.219 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.91**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.431	1.173	0.187	0.652	0.336
2000 / 1.79	0.364	1.163	0.189	0.585	0.375
2500 / 2.23	0.320	1.126	0.195	0.566	0.388
3000 / 2.68	0.288	1.108	0.198	0.543	0.404
Средние:		**1.142**	**0.192**	**0.586**	**0.376**
Вариации:		**0.065**	**0.011**	**0.109**	**0.067**

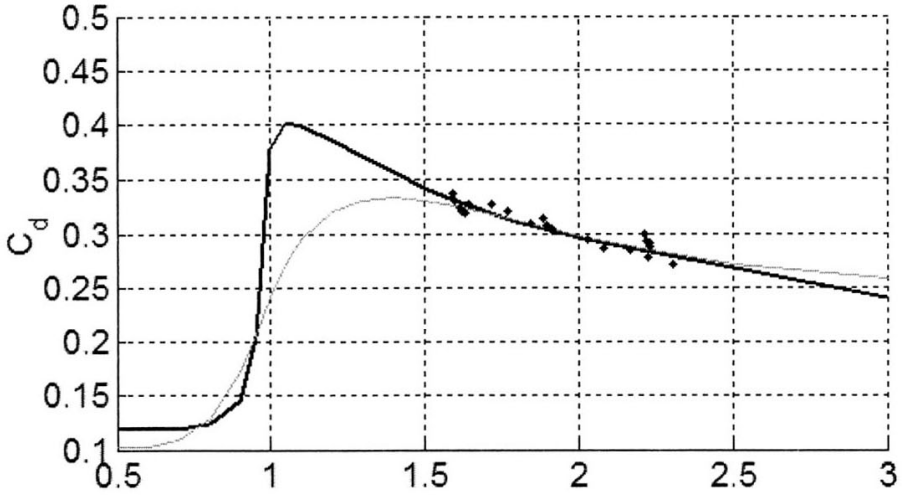
80-грановая .224 калибра Berger VLD



Размеры сняты для Lot#

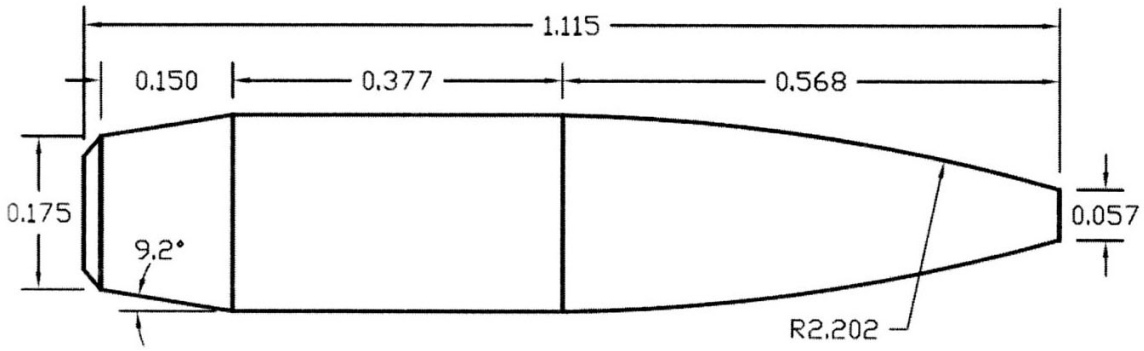
Размер Выборки: 10	**Радиус Оживала:** 15.21 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.228 lb/in^2	**Rt/R:** 0.54

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



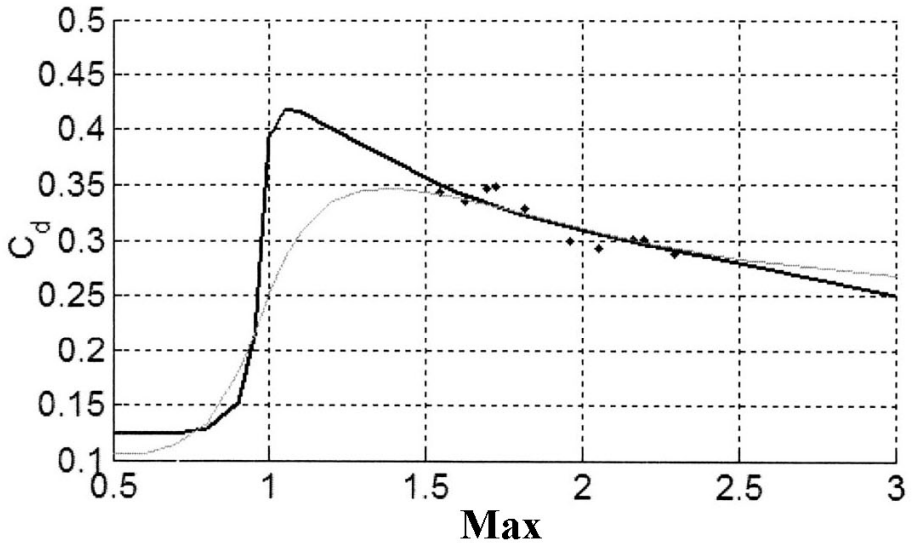
фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.359	0.978	0.233	0.543	0.419
2000 / 1.79	0.316	1.007	0.226	0.507	0.450
2500 / 2.23	0.286	1.005	0.227	0.505	0.451
3000 / 2.68	0.263	1.013	0.225	0.496	0.459
Средние:		**1.001**	**0.228**	**0.513**	**0.445**
Вариации:		**0.035**	**0.008**	**0.047**	**0.040**

82-грановая .224 калибра Berger BT



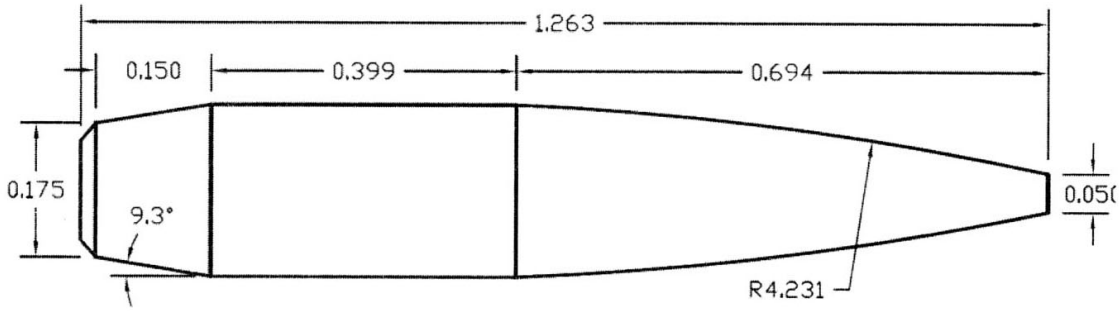
			Размеры сняты для Lot#
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.83 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.234 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.97**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.388	1.057	0.221	0.588	0.397
2000 / 1.79	0.328	1.047	0.223	0.527	0.443
2500 / 2.23	0.288	1.014	0.230	0.509	0.458
3000 / 2.68	0.259	0.997	0.234	0.489	0.478
Средние:		**1.029**	**0.227**	**0.528**	**0.444**
Вариации:		**0.060**	**0.013**	**0.099**	**0.080**

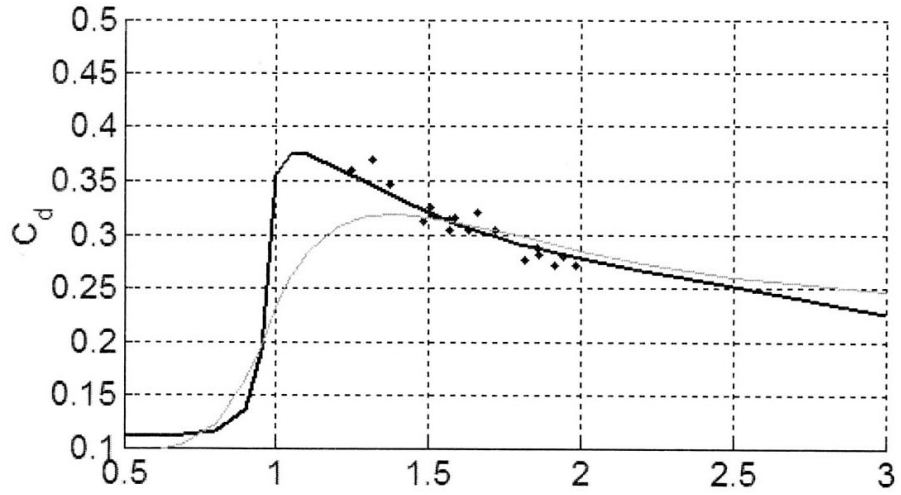
90-грановая .224 калибра Berger VLD



Размеры сняты для Lot#827

Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**18.89 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.256 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.55**

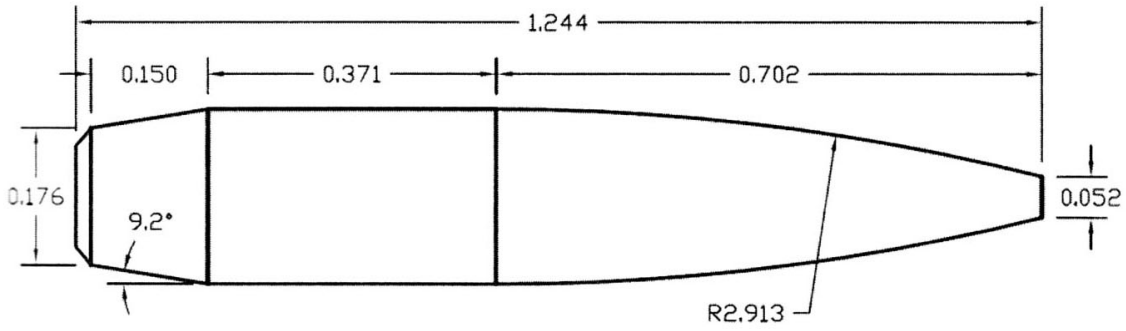
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.345	0.940	0.273	0.523	0.490
2000 / 1.79	0.291	0.928	0.276	0.467	0.549
2500 / 2.23	0.255	0.896	0.286	0.450	0.569
3000 / 2.68	0.229	0.880	0.291	0.431	0.594
Средние:		**0.911**	**0.281**	**0.468**	**0.551**
Вариации:		**0.061**	**0.019**	**0.091**	**0.104**

Мелкий профиль оживала и маленький диаметр этих 90-грановых пуль усложняет их детектирование датиками хронографа. Это привело к довольно зашумленным данным, поэтому было использовано 10 выстрелов вместо 5.

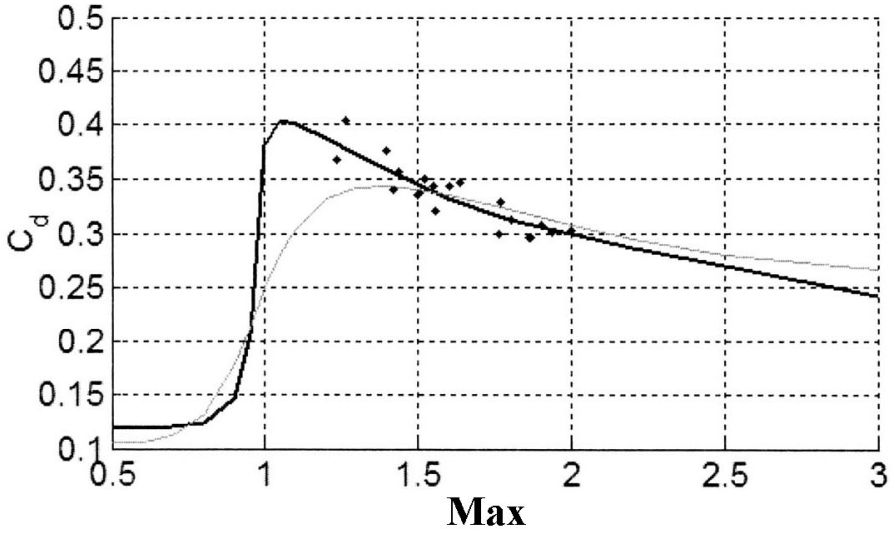
90-грановая .224 калибра Berger BT



Размеры сняты для Lot#1608

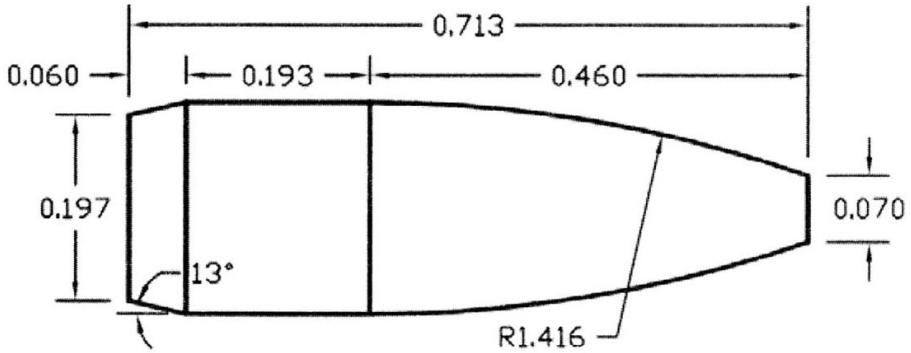
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**13.01 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.256 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.370	1.008	0.254	0.560	0.457
2000 / 1.79	0.313	0.997	0.257	0.502	0.511
2500 / 2.23	0.274	0.964	0.266	0.484	0.529
3000 / 2.68	0.246	0.947	0.271	0.464	0.552
Средние:		**0.979**	**0.262**	**0.503**	**0.512**
Вариации:		**0.061**	**0.016**	**0.096**	**0.095**

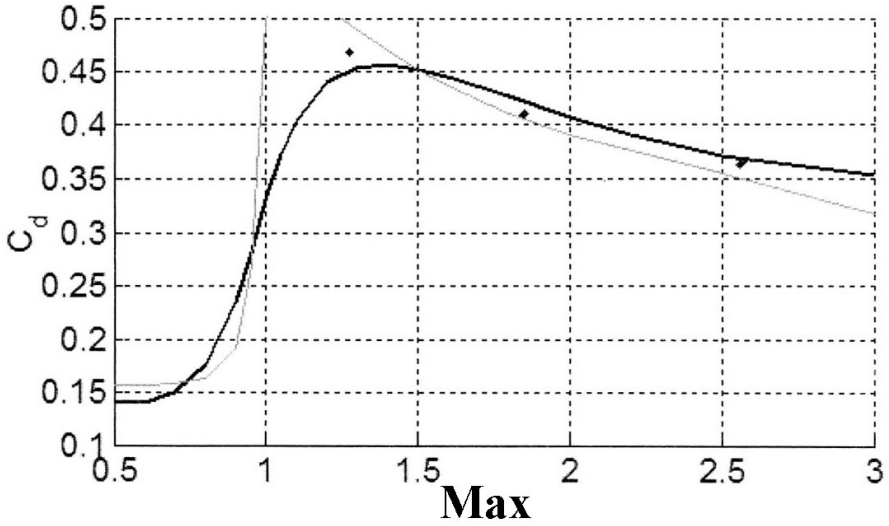
52-грановая .224 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#0033972241648

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.32 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.148 lb/in^2**	**Rt/R:**	**1.00**

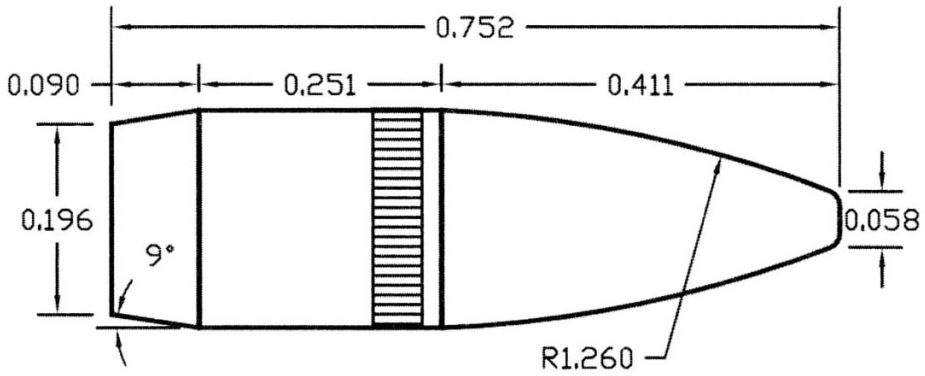
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.460	1.252	0.118	0.696	0.213
2000 / 1.79	0.415	1.325	0.112	0.667	0.222
2500 / 2.23	0.384	1.349	0.110	0.678	0.219
3000 / 2.68	0.360	1.383	0.107	0.678	0.218
Средние:		**1.327**	**0.112**	**0.680**	**0.218**
Вариации:		**0.130**	**0.011**	**0.030**	**0.009**

Из-за слишком широкого мепла, короткого оживала и короткого крутого боаттэйла, не удивительно, что профиль сопротивления этой пули чуть лучше соответствует стандарту G1, нежели стандарту G7.

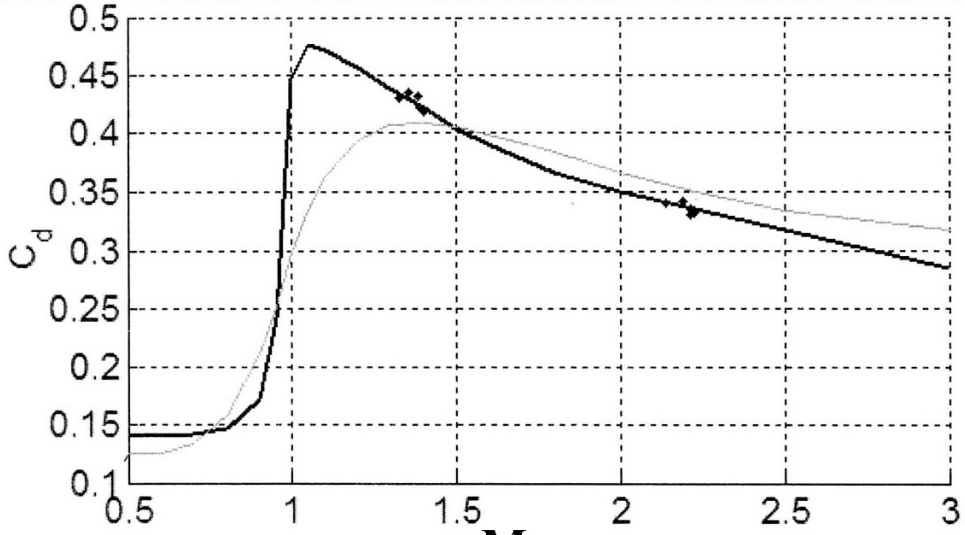
55-грановая .224 калибра Sierra FMJ



Lot# неизвестен. Образцы взяты из заводских патронов Federal .223

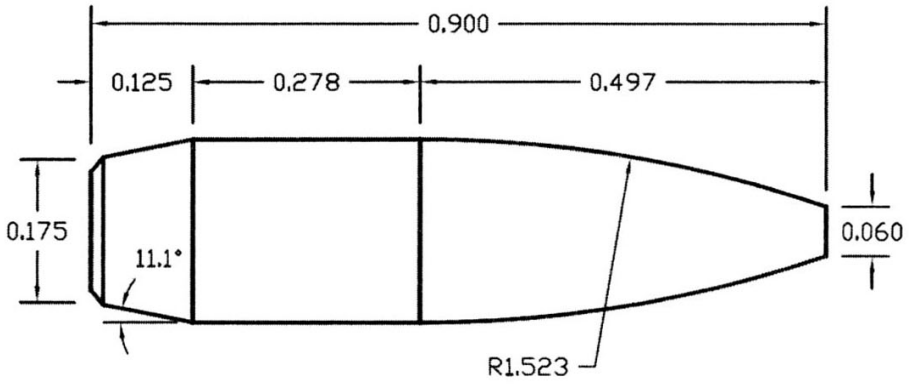
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**5.62 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.157 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.80**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.433	1.178	0.133	0.655	0.239
2000 / 1.79	0.374	1.192	0.131	0.600	0.261
2500 / 2.23	0.333	1.173	0.134	0.589	0.266
3000 / 2.68	0.304	1.168	0.134	0.573	0.274
Средние:		**1.178**	**0.133**	**0.604**	**0.260**
Вариации:		**0.024**	**0.003**	**0.082**	**0.034**

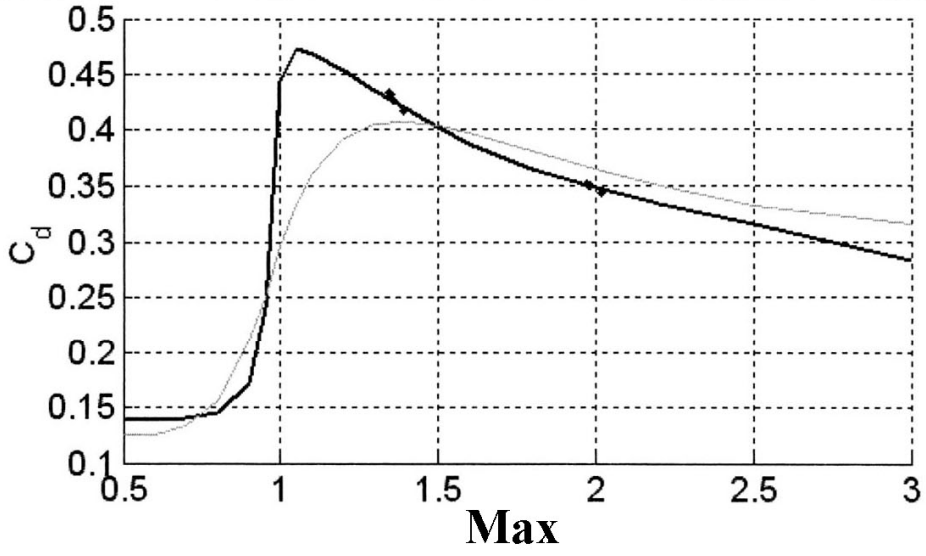
69-грановая .224 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#003807376

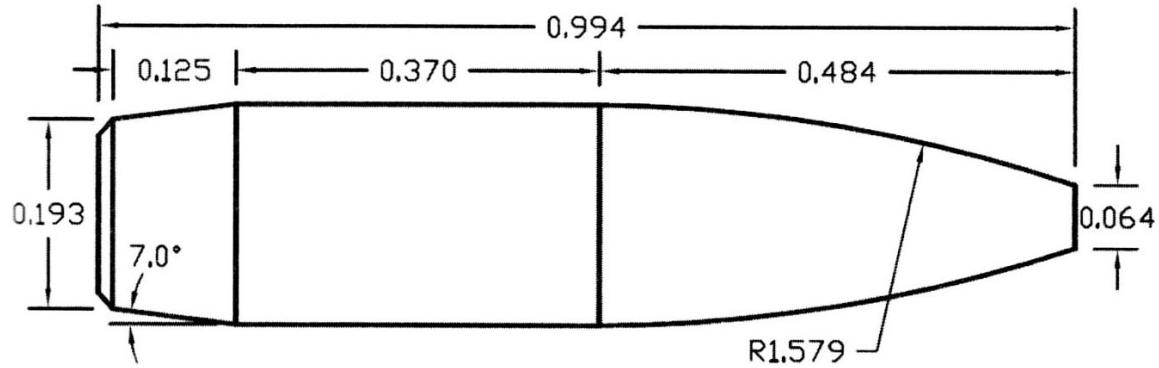
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.8 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.197 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.430	1.171	0.168	0.651	0.302
2000 / 1.79	0.369	1.177	0.167	0.592	0.332
2500 / 2.23	0.328	1.153	0.170	0.579	0.339
3000 / 2.68	0.297	1.144	0.172	0.561	0.350
Средние:		**1.161**	**0.169**	**0.596**	**0.331**
Вариации:		**0.033**	**0.005**	**0.090**	**0.048**

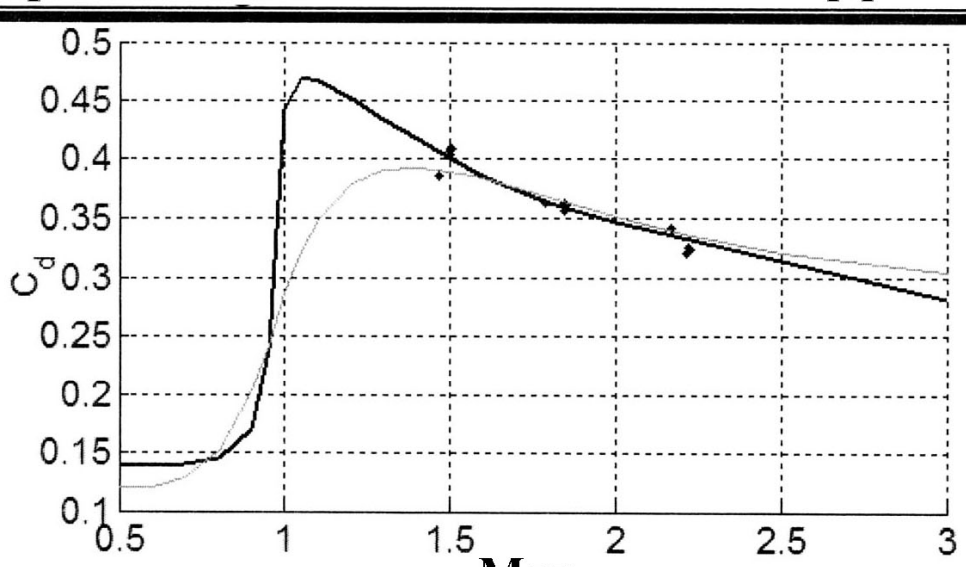
77-грановая 224 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#34881091111

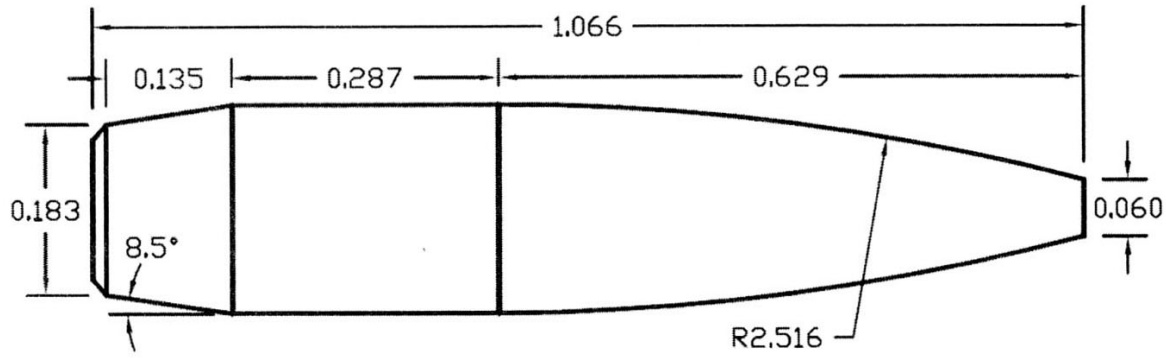
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.05 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.219 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.96**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.429	1.169	0.188	0.650	0.338
2000 / 1.79	0.367	1.172	0.187	0.590	0.372
2500 / 2.23	0.326	1.146	0.191	0.576	0.381
3000 / 2.68	0.295	1.136	0.193	0.557	0.394
Средние:		**1.156**	**0.190**	**0.593**	**0.371**
Вариации:		**0.036**	**0.006**	**0.092**	**0.056**

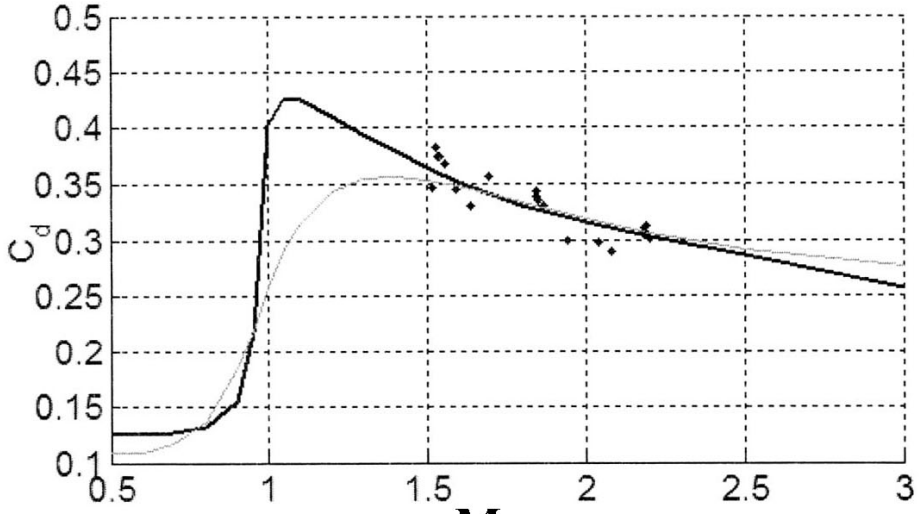
80-грановая .224 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты для Lot#0028603914848

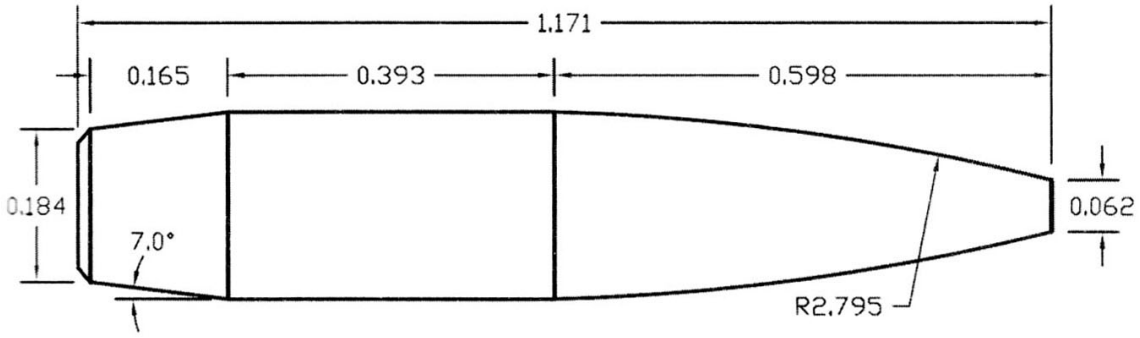
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**11.23 калибров**
Поперечная нагрузка:	**0.228 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.98**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.395	1.076	0.212	0.598	0.381
2000 / 1.79	0.334	1.067	0.214	0.537	0.424
2500 / 2.23	0.294	1.034	0.220	0.519	0.439
3000 / 2.68	0.264	1.017	0.224	0.499	0.457
Средние:		**1.048**	**0.217**	**0.538**	**0.425**
Вариации:		**0.058**	**0.012**	**0.099**	**0.076**

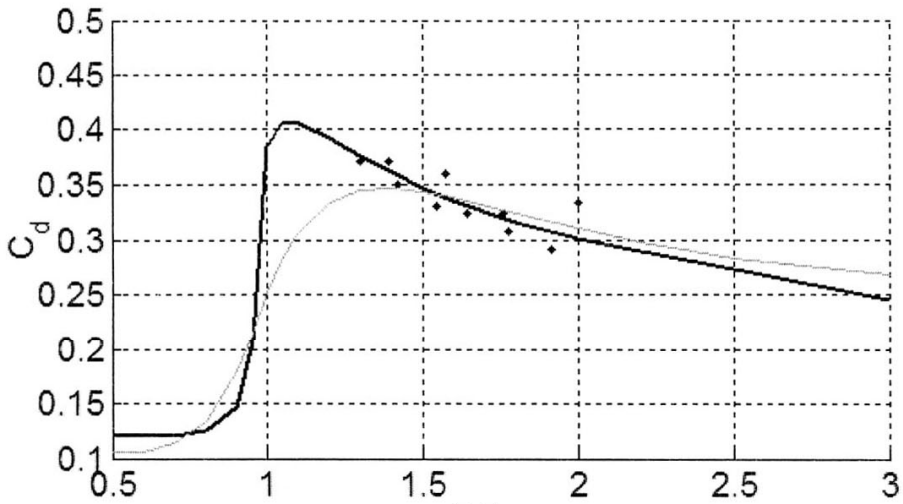
90-грановая .224 калибра Sierra MatchKing



Lot# неизвестен

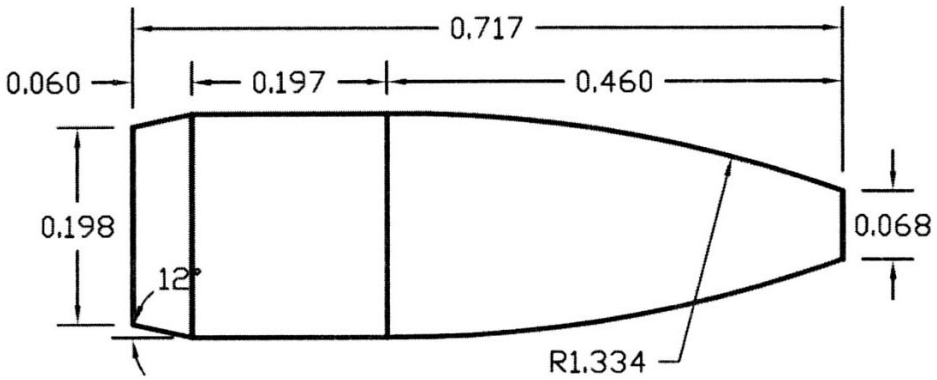
Размер выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**12.48 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.256 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.80**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.369	1.005	0.255	0.559	0.459
2000 / 1.79	0.317	1.013	0.253	0.509	0.503
2500 / 2.23	0.282	0.993	0.258	0.499	0.514
3000 / 2.68	0.257	0.987	0.260	0.484	0.530
Средние:		**0.999**	**0.256**	**0.513**	**0.501**
Вариации:		**0.026**	**0.007**	**0.075**	**0.071**

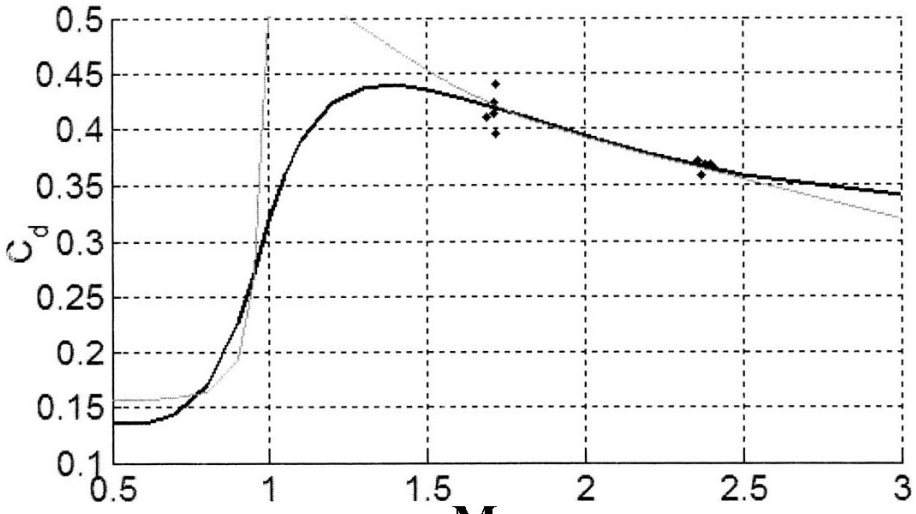
52-грановая .224 калибра Nosler CC



Размеры сняты с Lot#HEO9F12-1

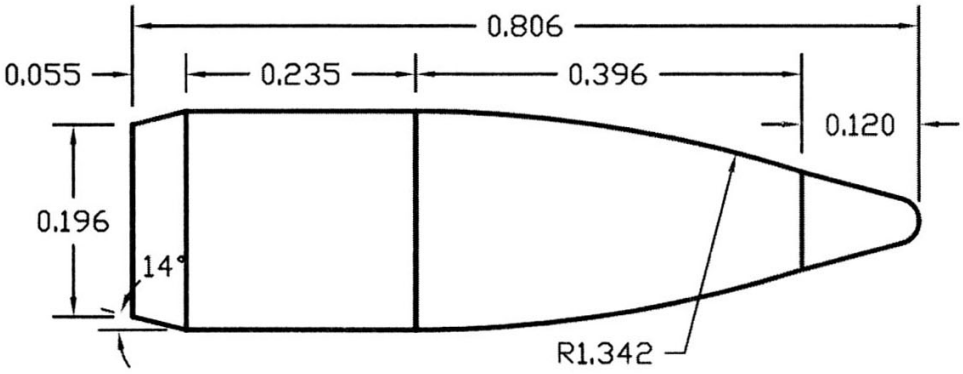
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**5.95 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.148 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллитический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.459	1.251	0.118	0.695	0.213
2000 / 1.79	0.411	1.311	0.113	0.660	0.224
2500 / 2.23	0.377	1.326	0.112	0.666	0.222
3000 / 2.68	0.351	1.352	0.110	0.663	0.224
Средние:		**1.310**	**0.113**	**0.671**	**0.221**
Вариации:		**0.101**	**0.009**	**0.036**	**0.011**

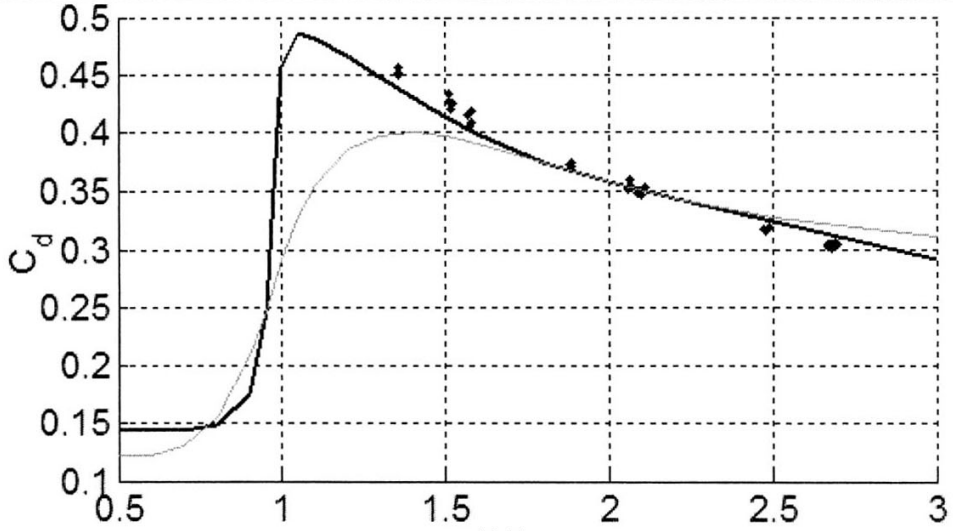
55-грановая .224 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты для Lot#95311881165

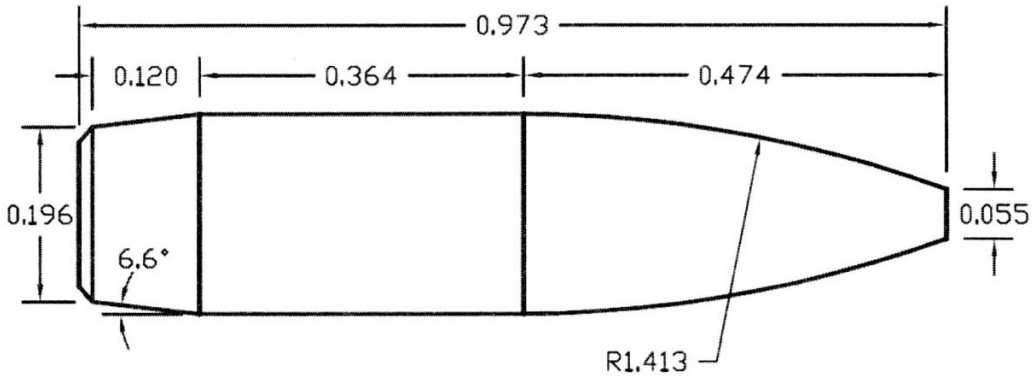
Размер Выборки: 15	**Радиус Оживала:** 5.99 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.157 lb/in^2	**Rt/R:** 1.00

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.456	1.241	0.126	0.690	0.227
2000 / 1.79	0.385	1.228	0.128	0.618	0.253
2500 / 2.23	0.338	1.188	0.132	0.597	0.262
3000 / 2.68	0.304	1.168	0.134	0.572	0.274
Средние:		**1.206**	**0.130**	**0.619**	**0.254**
Вариации:		**0.073**	**0.008**	**0.117**	**0.047**

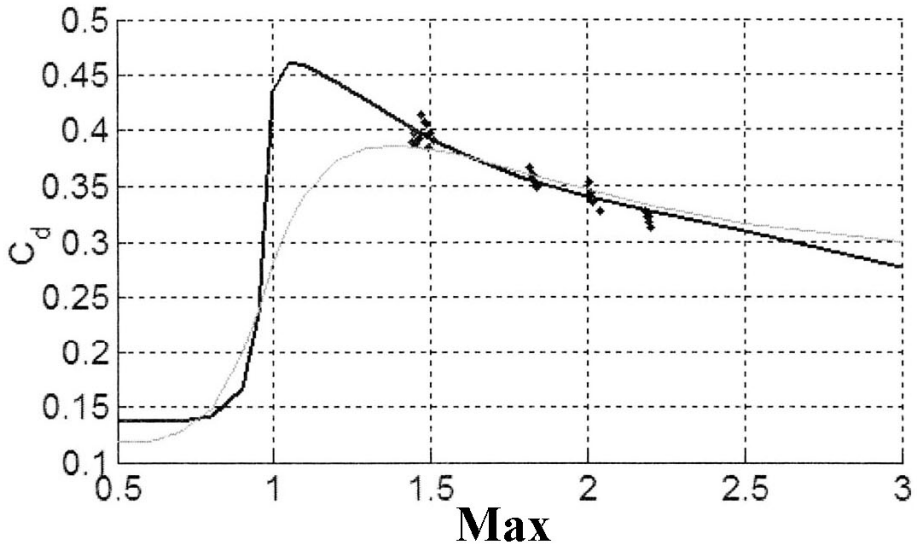
77-грановая .224 калибра Nosler CC



Размеры сняты с Lot#FE08F12-1

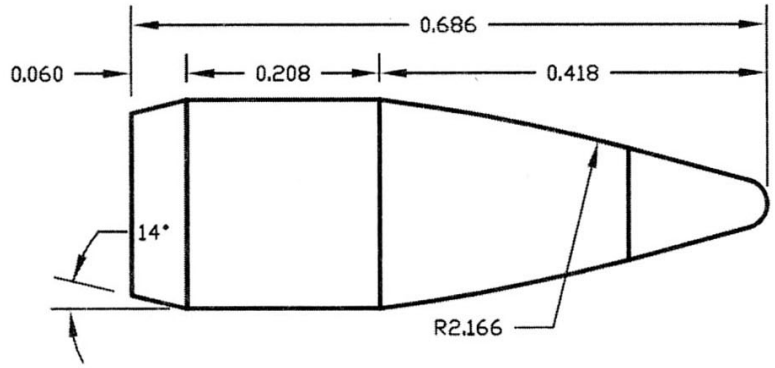
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**6.3 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.219 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.98**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.418	1.139	0.192	0.633	0.346
2000 / 1.79	0.361	1.152	0.190	0.579	0.378
2500 / 2.23	0.322	1.133	0.194	0.569	0.385
3000 / 2.68	0.293	1.128	0.194	0.553	0.396
Средние:		**1.138**	**0.193**	**0.584**	**0.377**
Вариации:		**0.023**	**0.004**	**0.080**	**0.050**

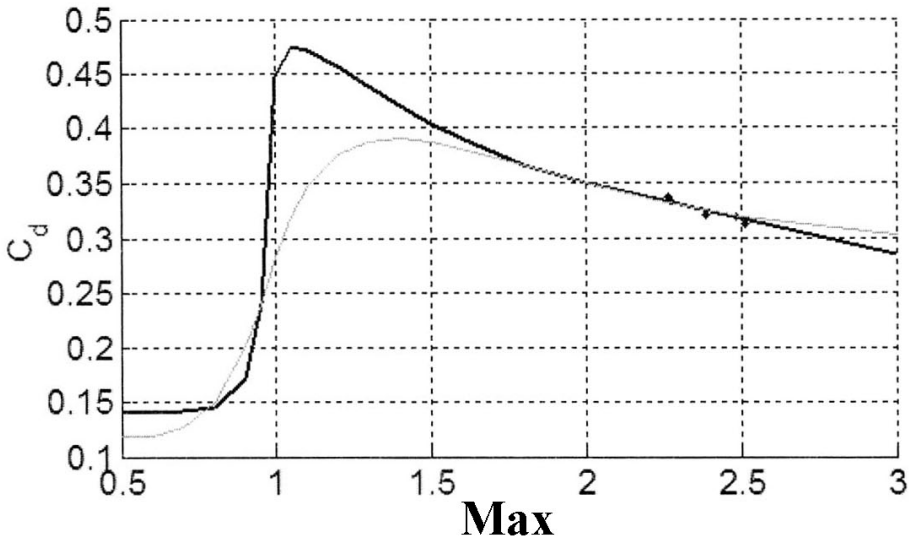
40-грановая .224 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты для Lot#20800111

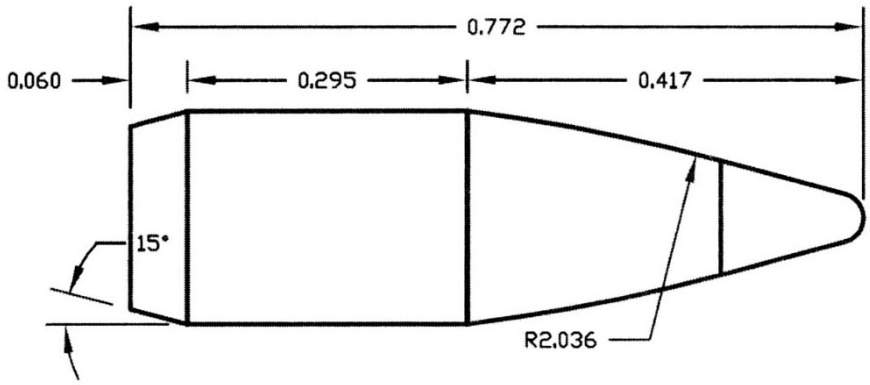
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 9.67 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.114 lb/in^2	**Rt/R:** 0.5

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.434	1.183	0.096	0.657	0.173
2000 / 1.79	0.376	1.198	0.095	0.603	0.189
2500 / 2.23	0.336	1.181	0.096	0.593	0.192
3000 / 2.68	0.306	1.177	0.097	0.577	0.197
Средние:		**1.185**	**0.096**	**0.608**	**0.188**
Вариации:		**0.021**	**0.002**	**0.080**	**0.024**

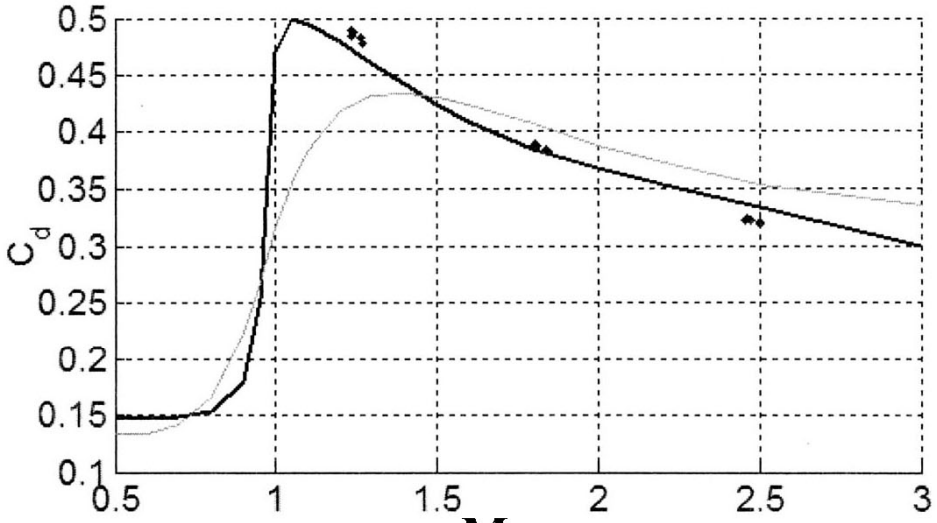
50-грановая .224 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты с Lot#2080112

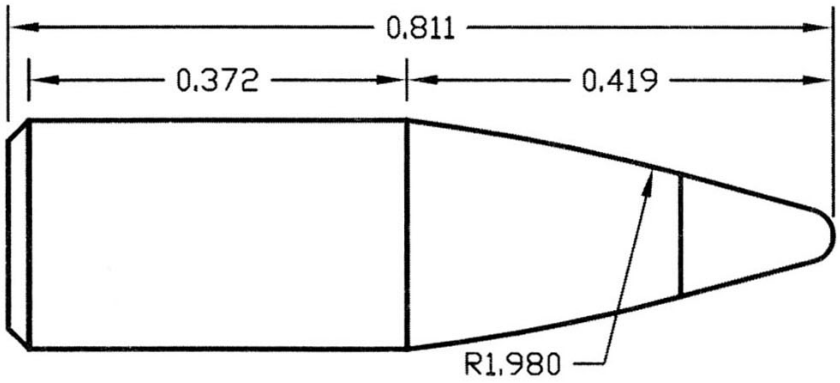
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.09 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.142 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.51**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.464	1.265	0.113	0.703	0.202
2000 / 1.79	0.391	1.247	0.114	0.628	0.227
2500 / 2.23	0.342	1.204	0.118	0.605	0.235
3000 / 2.68	0.307	1.180	0.121	0.578	0.246
Средние:		**1.224**	**0.116**	**0.628**	**0.228**
Вариации:		**0.085**	**0.008**	**0.125**	**0.044**

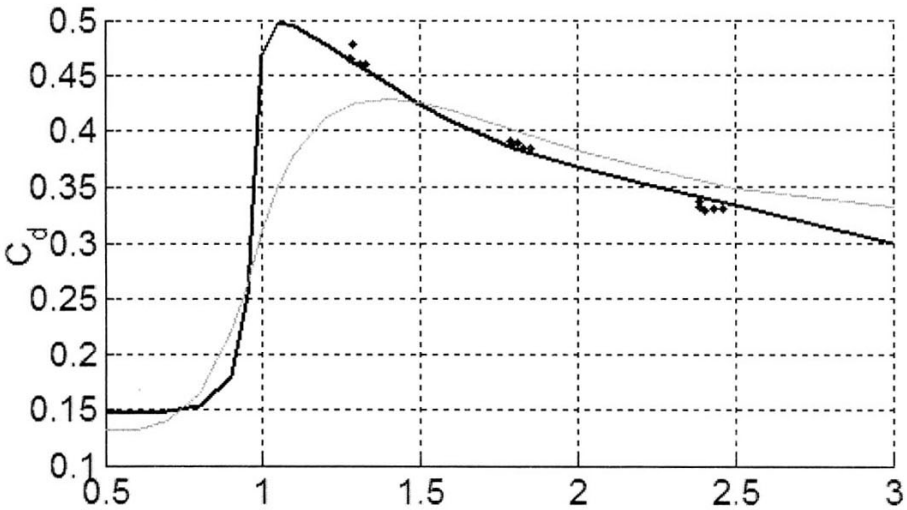
55-грановая .224 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты для Lot#2080019

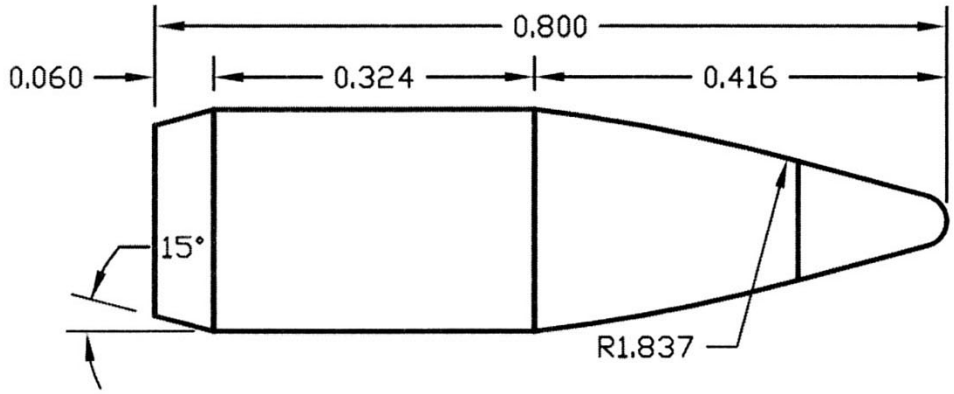
Размер выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**8.84 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.157 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.52**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.457	1.244	0.126	0.692	0.226
2000 / 1.79	0.391	1.247	0.126	0.628	0.249
2500 / 2.23	0.347	1.219	0.128	0.612	0.256
3000 / 2.68	0.314	1.208	0.130	0.592	0.265
Средние:		**1.230**	**0.127**	**0.631**	**0.249**
Вариации:		**0.040**	**0.004**	**0.100**	**0.038**

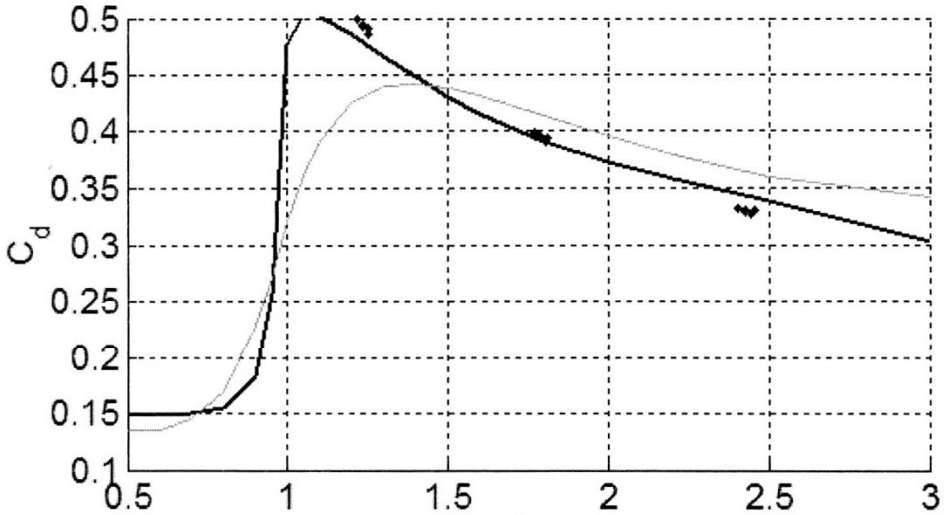
52-грановая .224 калибра Hornady Amax



Размеры сняты для Lot# 2070674

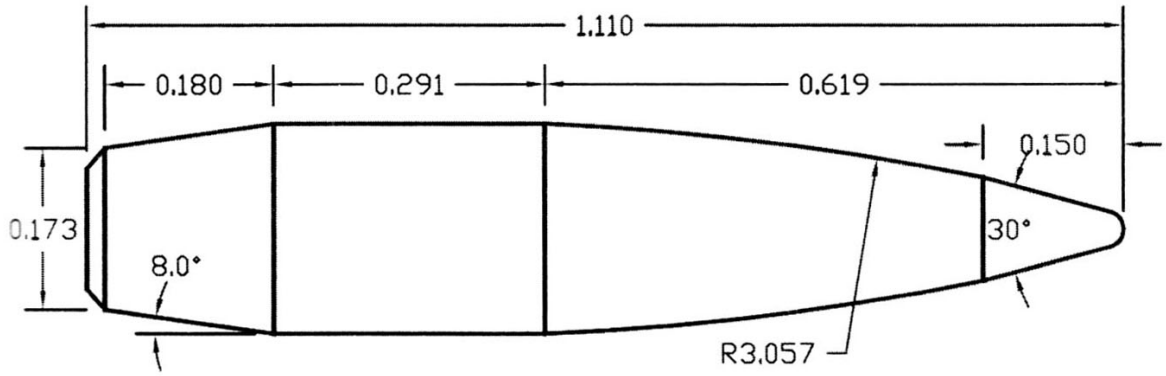
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**8.20 калибров**
Поперечная нагрузка:	**0.148 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.55**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК $_{G7}$	i_1	БК $_{G1}$
1500 / 1.34	0.470	1.280	0.116	0.712	0.208
2000 / 1.79	0.396	1.264	0.117	0.636	0.233
2500 / 2.23	0.347	1.221	0.121	0.613	0.241
3000 / 2.68	0.311	1.198	0.124	0.587	0.252
Средние:		**1.241**	**0.119**	**0.637**	**0.234**
Вариации:		**0.083**	**0.008**	**0.125**	**0.044**

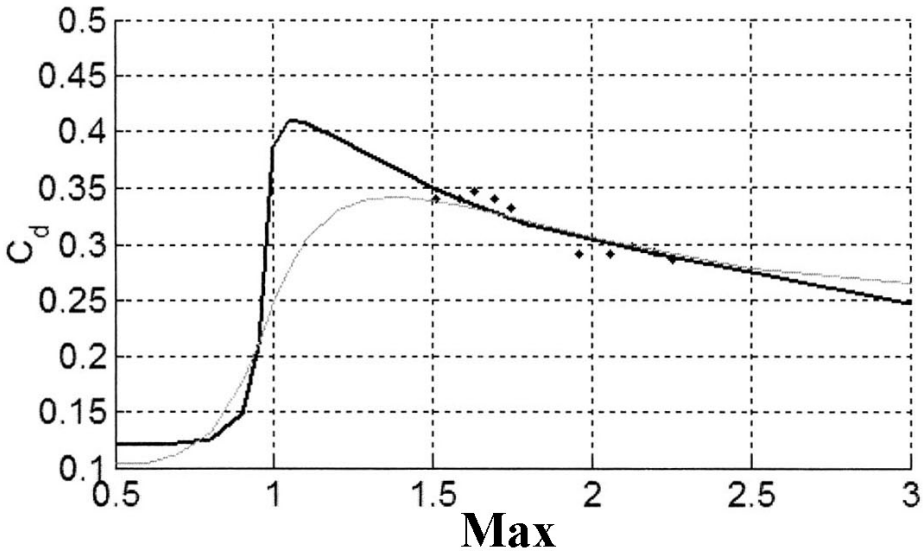
75-грановая .224 калибра Hornady Amax



Размеры сняты с Lot# 22792

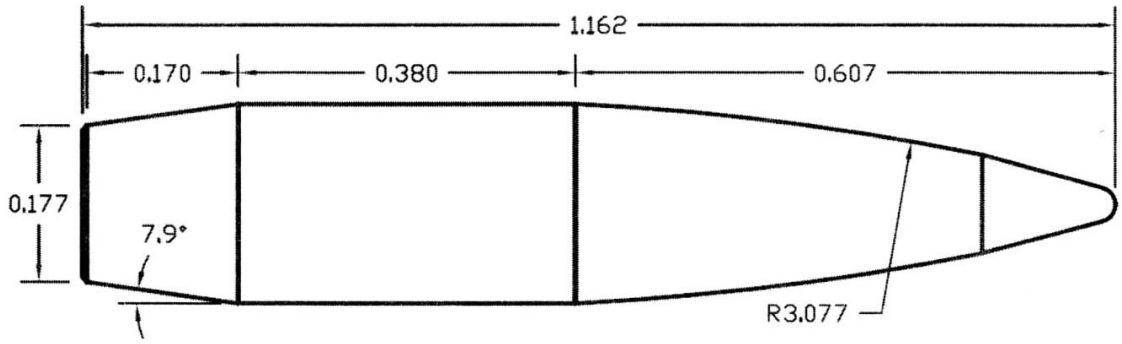
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**13.65 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.214 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.68**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.383	1.042	0.205	0.579	0.369
2000 / 1.79	0.322	1.029	0.208	0.518	0.413
2500 / 2.23	0.282	0.993	0.215	0.499	0.428
3000 / 2.68	0.253	0.975	0.219	0.478	0.447
Средние:		**1.010**	**0.212**	**0.518**	**0.414**
Вариации:		**0.067**	**0.014**	**0.101**	**0.078**

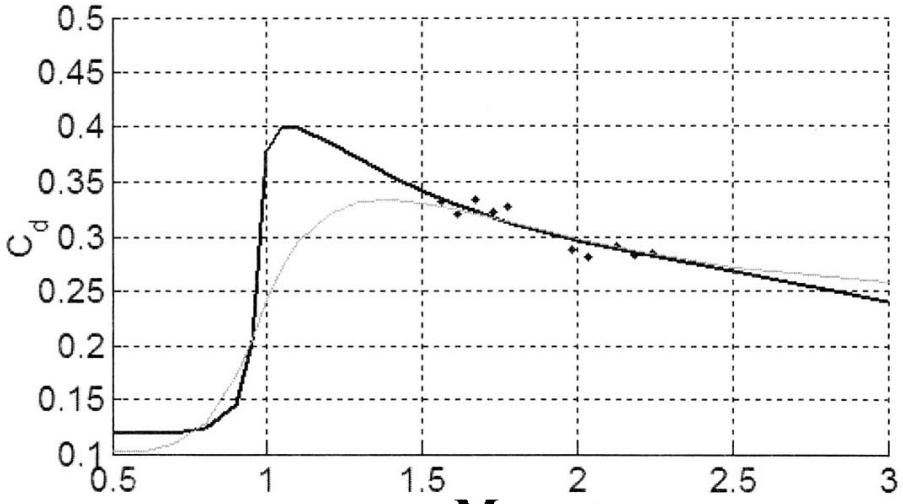
80-грановая .224 калибра Hornady Amax



Размеры сняты для Lot# 22832

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**13.74 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.228 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.67**

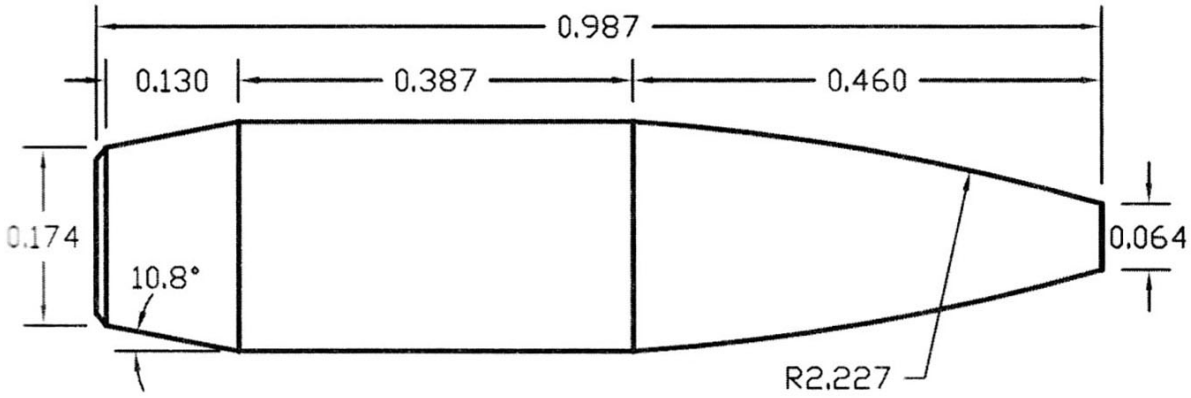
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.373	1.015	0.224	0.564	0.404
2000 / 1.79	0.315	1.005	0.227	0.505	0.451
2500 / 2.23	0.276	0.972	0.234	0.488	0.466
3000 / 2.68	0.248	0.955	0.238	0.468	0.486
Средние:		**0.987**	**0.231**	**0.507**	**0.452**
Вариации:		**0.060**	**0.014**	**0.096**	**0.083**

Носик (угол и длина) такой же, как у 75-грановой Amax.

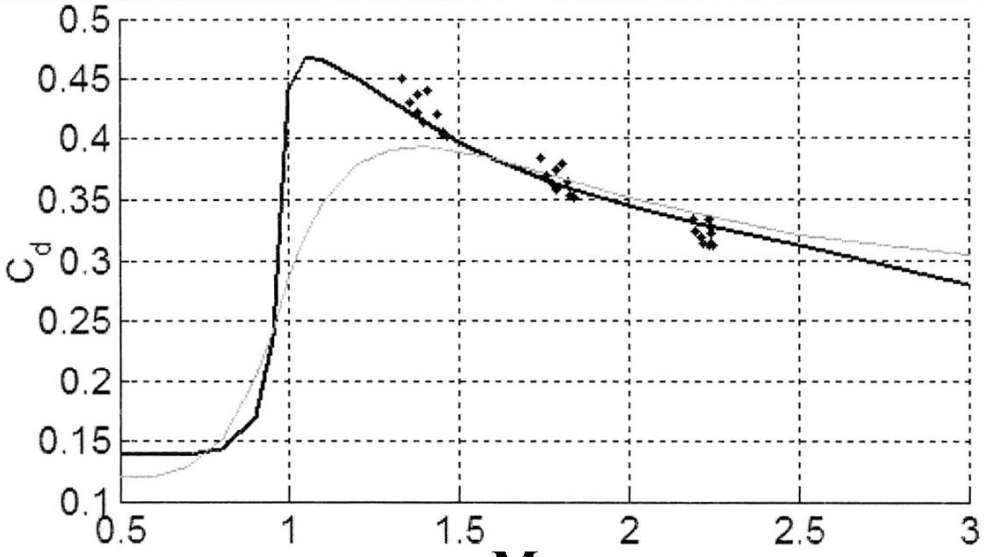
68-грановая .224 калибра Hornady BTHP



Размеры сняты для Lot#2070697

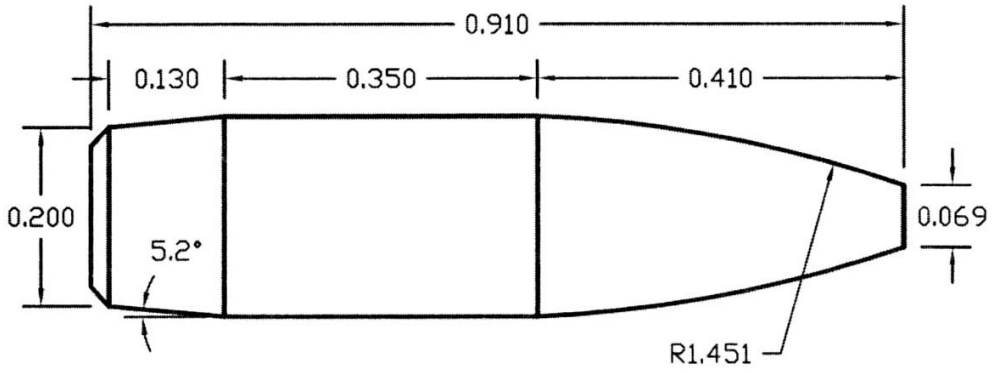
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**9.94 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.194 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.66**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.435	1.184	0.164	0.658	0.294
2000 / 1.79	0.366	1.168	0.166	0.588	0.329
2500 / 2.23	0.321	1.128	0.172	0.567	0.342
3000 / 2.68	0.288	1.106	0.175	0.542	0.357
Средние:		**1.147**	**0.169**	**0.589**	**0.331**
Вариации:		**0.077**	**0.011**	**0.116**	**0.063**

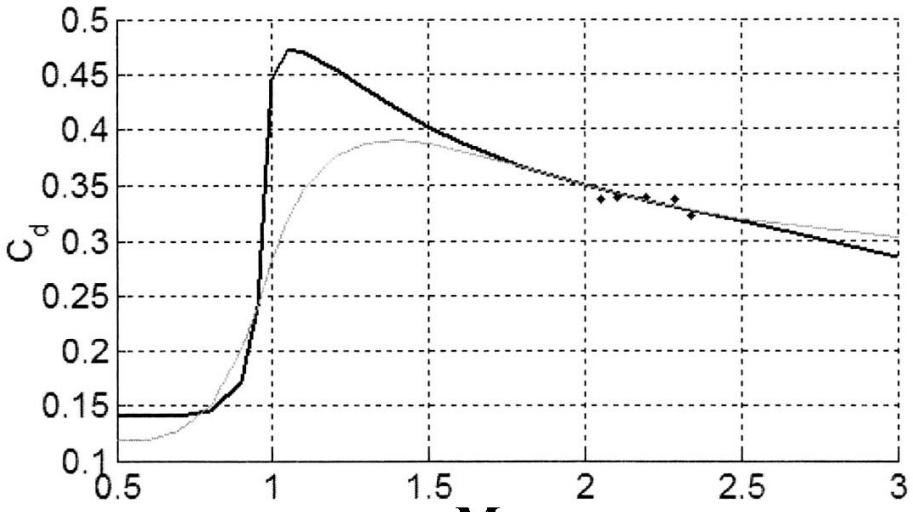
69-грановая .224 калибра Lapua Scenar



Размеры сняты с Lot#4PL5010

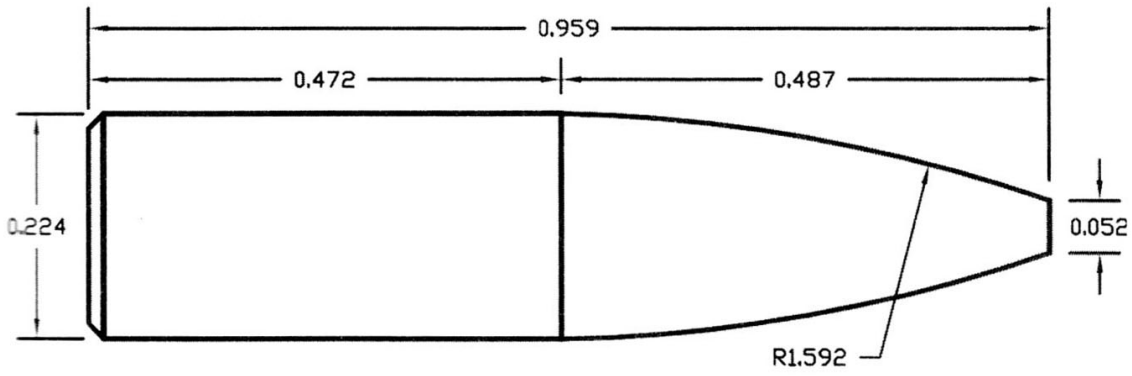
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 6.48 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.197 lb/in^2	**Rt/R:** 0.81

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



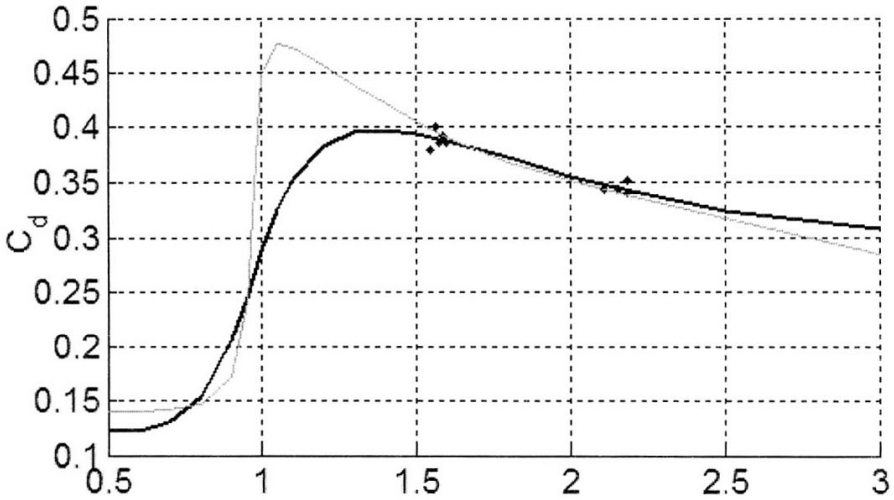
фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.414	1.128	0.174	0.627	0.313
2000 / 1.79	0.366	1.169	0.168	0.588	0.334
2500 / 2.23	0.333	1.172	0.168	0.589	0.334
3000 / 2.68	0.308	1.186	0.166	0.581	0.338
Средние:		**1.164**	**0.169**	**0.596**	**0.330**
Вариации:		**0.058**	**0.008**	**0.046**	**0.025**

79-грановая .224 калибра DRT Frangible (Хрупкая)



Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.11 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.225 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.90**

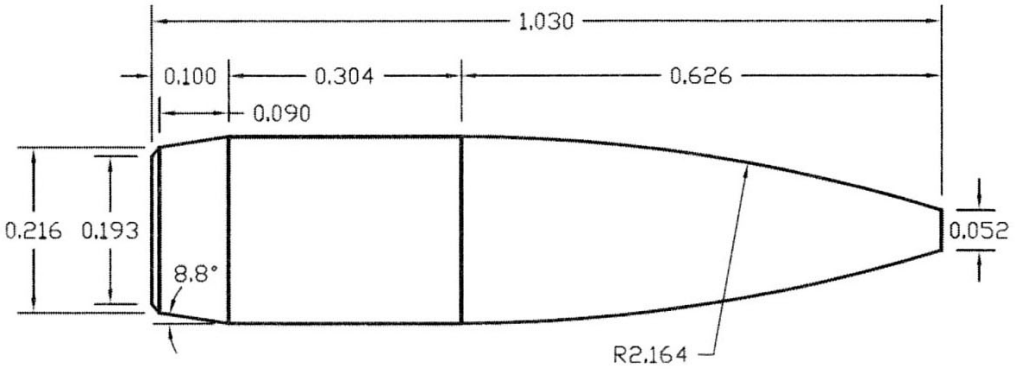
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.413	1.126	0.200	0.626	0.359
2000 / 1.79	0.371	1.183	0.190	0.595	0.378
2500 / 2.23	0.341	1.198	0.188	0.602	0.374
3000 / 2.68	0.318	1.222	0.184	0.599	0.375
Средние:		**1.182**	**0.190**	**0.605**	**0.372**
Вариации:		**0.096**	**0.016**	**0.031**	**0.019**

.243 Калибр (6 мм)

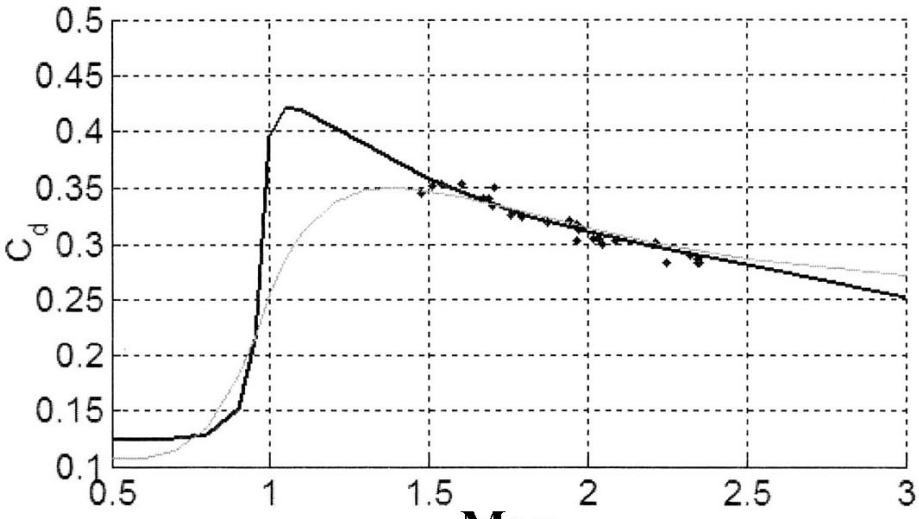
90-грановая .243 калибра Berger BT



Размеры сняты с Lot#890

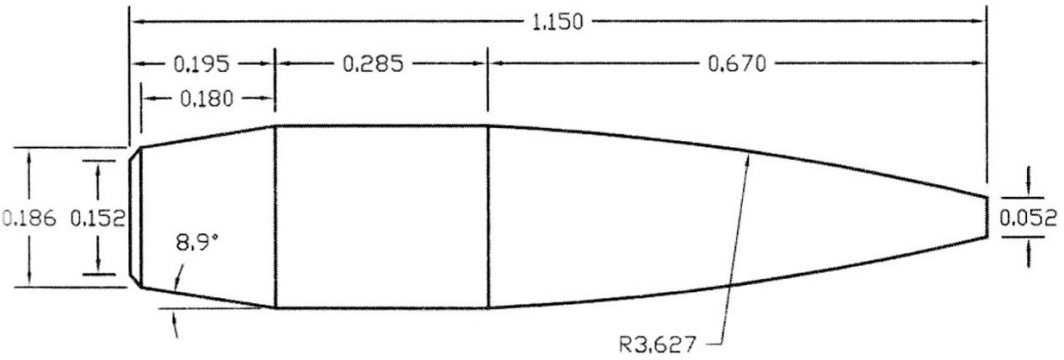
Размер Выборки: 15	**Радиус Оживала:** 8.87 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.218 lb/in^2	**Rt/R:** 1.00

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.389	1.058	0.206	0.588	0.370
2000 / 1.79	0.330	1.053	0.207	0.530	0.411
2500 / 2.23	0.291	1.024	0.213	0.514	0.423
3000 / 2.68	0.262	1.009	0.216	0.495	0.440
Средние:		**1.036**	**0.210**	**0.532**	**0.411**
Вариации:		**0.049**	**0.010**	**0.093**	**0.070**

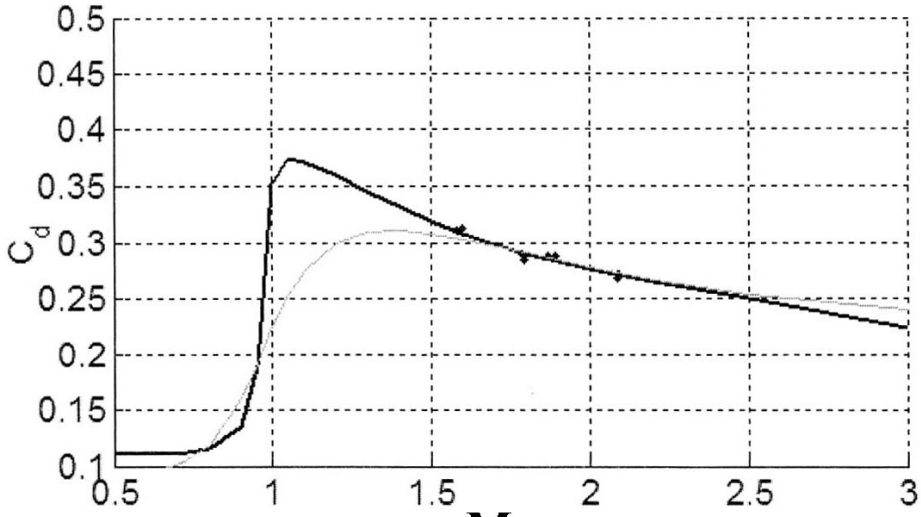
95-грановая .243 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#556

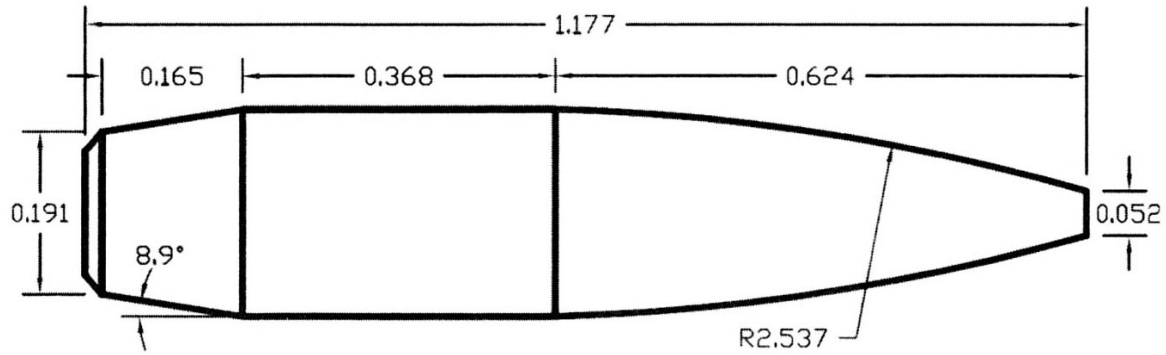
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**14.9 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.230 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.66**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.330	0.899	0.256	0.500	0.460
2000 / 1.79	0.291	0.928	0.248	0.467	0.492
2500 / 2.23	0.264	0.928	0.248	0.466	0.493
3000 / 2.68	0.244	0.937	0.245	0.459	0.500
Средние:		**0.923**	**0.249**	**0.473**	**0.486**
Вариации:		**0.038**	**0.010**	**0.040**	**0.040**

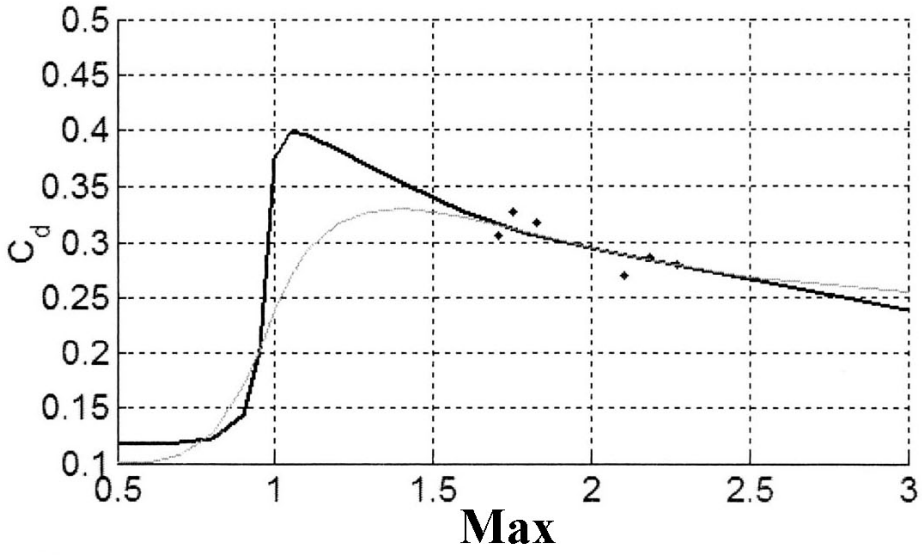
100-грановая .243 калибра Berger BT



Размеры сняты с самой первой произведенной партии (lot# неизвестен)

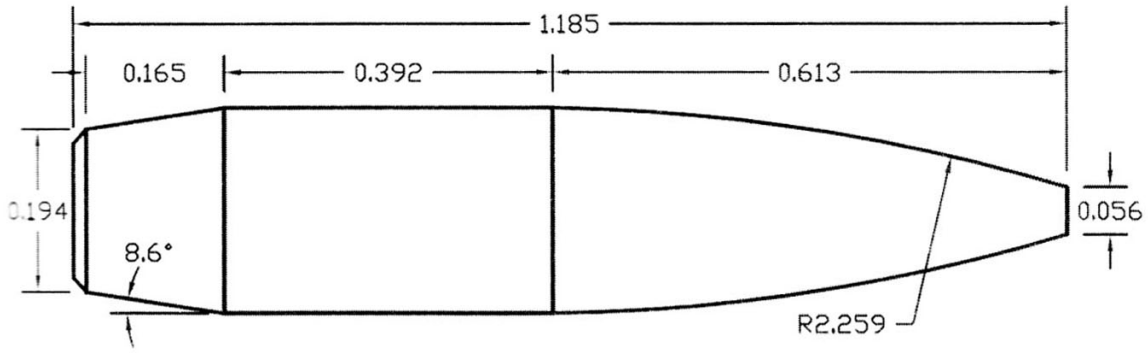
Размер Выборки:	**3**	**Радиус Оживала:**	**10.44 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.242 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.91**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.373	1.016	0.238	0.564	0.429
2000 / 1.79	0.314	1.003	0.241	0.505	0.479
2500 / 2.23	0.275	0.968	0.250	0.487	0.497
3000 / 2.68	0.247	0.950	0.255	0.466	0.519
Средние:		**0.984**	**0.246**	**0.505**	**0.481**
Вариации:		**0.065**	**0.016**	**0.099**	**0.091**

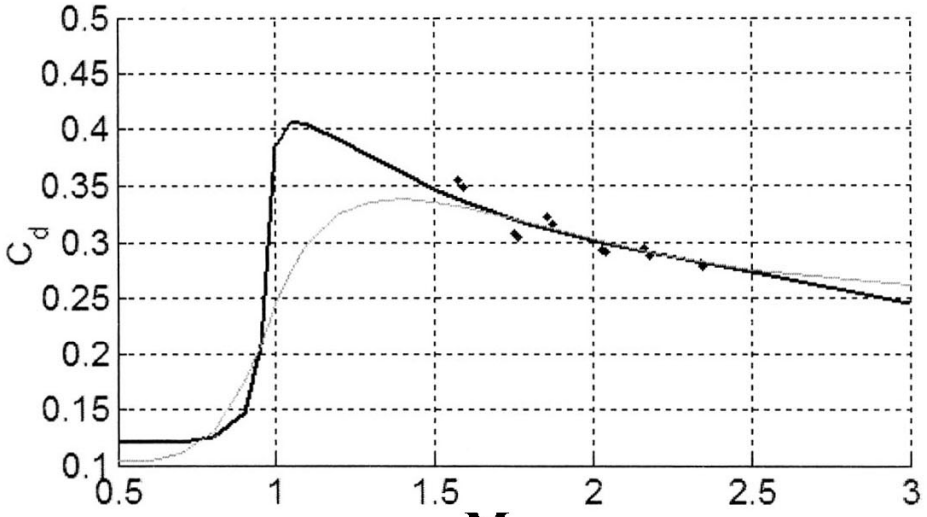
105-грановая .243 калибра Berger BT



Lot# неизвестен

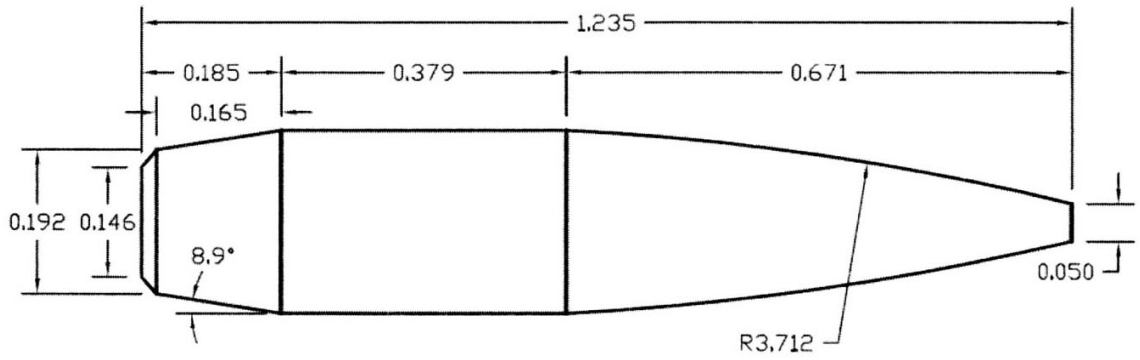
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.26 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.254 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.92**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.362	0.985	0.258	0.547	0.464
2000 / 1.79	0.318	1.013	0.251	0.510	0.498
2500 / 2.23	0.287	1.010	0.252	0.507	0.501
3000 / 2.68	0.264	1.017	0.250	0.499	0.509
Средние:		**1.006**	**0.252**	**0.516**	**0.493**
Вариации:		**0.032**	**0.008**	**0.049**	**0.045**

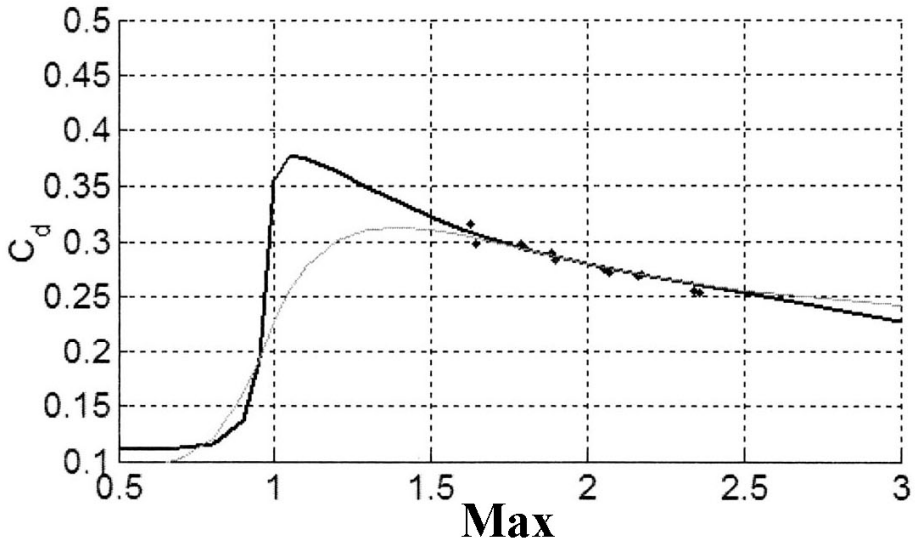
105-грановая .243 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#1042

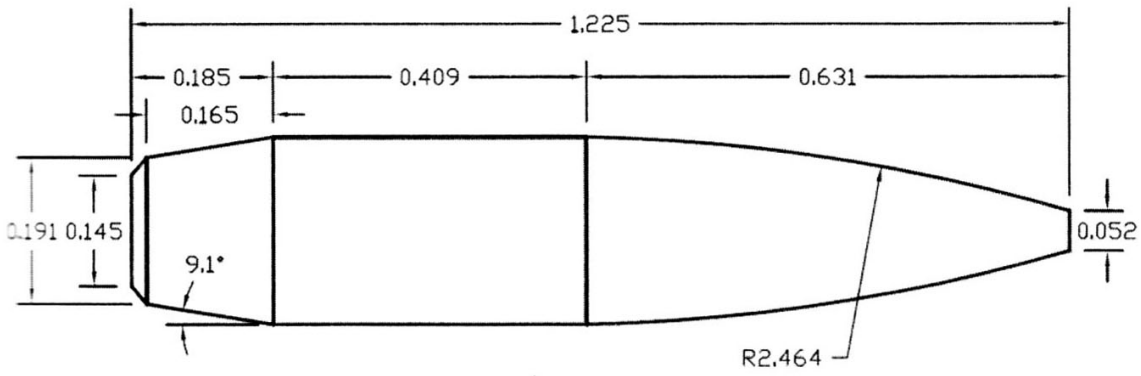
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**15.2 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.254 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.67**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК $_{G7}$	i_1	БК $_{G1}$
1500 / 1.34	0.343	0.935	0.272	0.520	0.489
2000 / 1.79	0.296	0.944	0.269	0.475	0.535
2500 / 2.23	0.264	0.929	0.274	0.466	0.545
3000 / 2.68	0.240	0.924	0.275	0.453	0.561
Средние:		**0.933**	**0.272**	**0.479**	**0.532**
Вариации:		**0.020**	**0.006**	**0.066**	**0.072**

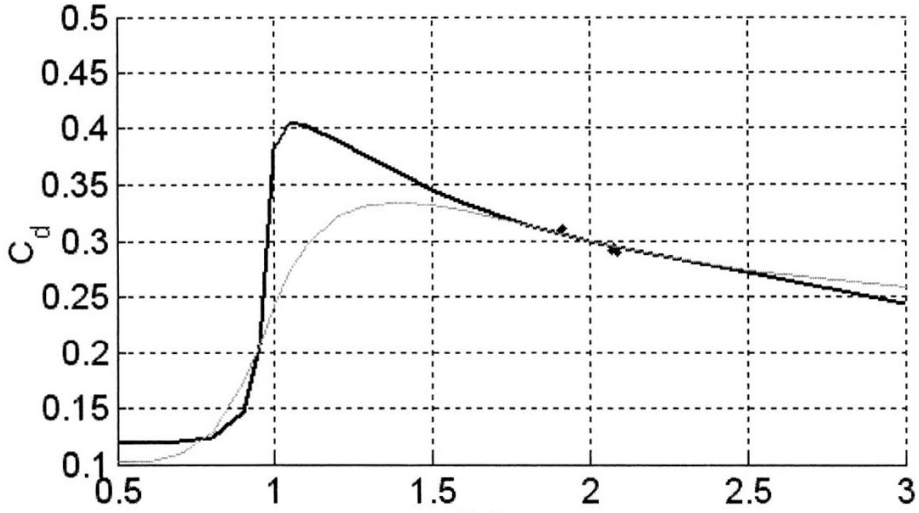
108-грановая .243 калибра Berger BT



Размеры сняты с Lot#1138

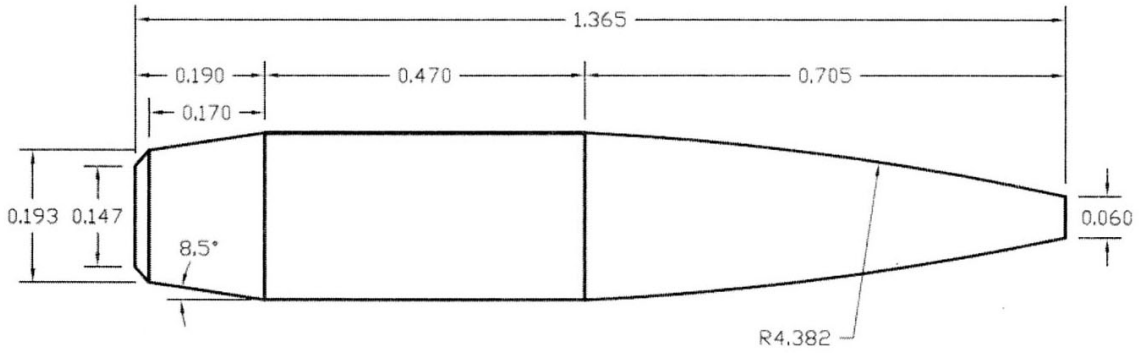
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 10.1 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.261 lb/in^2	**Rt/R:** 0.88

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.365	0.994	0.263	0.553	0.473
2000 / 1.79	0.317	1.010	0.259	0.508	0.514
2500 / 2.23	0.283	0.997	0.262	0.501	0.522
3000 / 2.68	0.259	0.996	0.262	0.488	0.535
Средние:		**0.999**	**0.262**	**0.512**	**0.511**
Вариации:		**0.015**	**0.004**	**0.065**	**0.063**

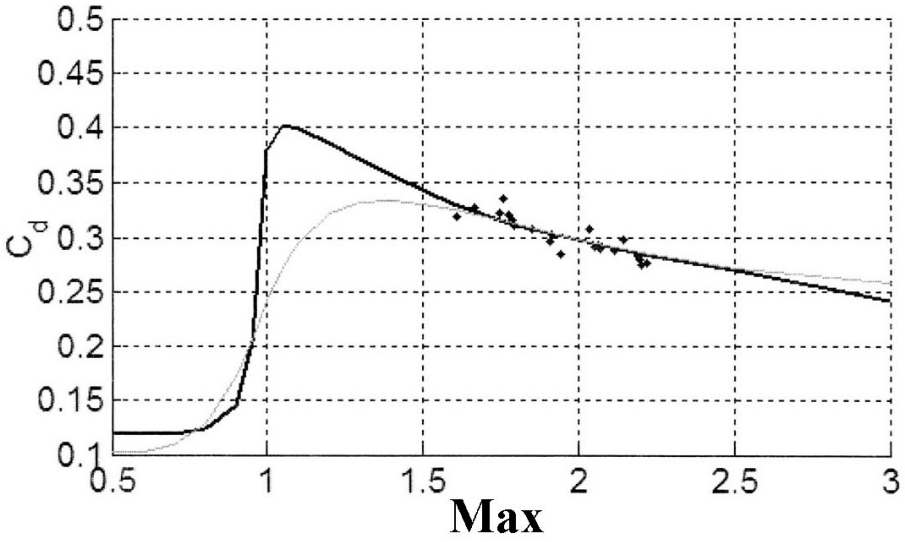
115-грановая .243 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#585

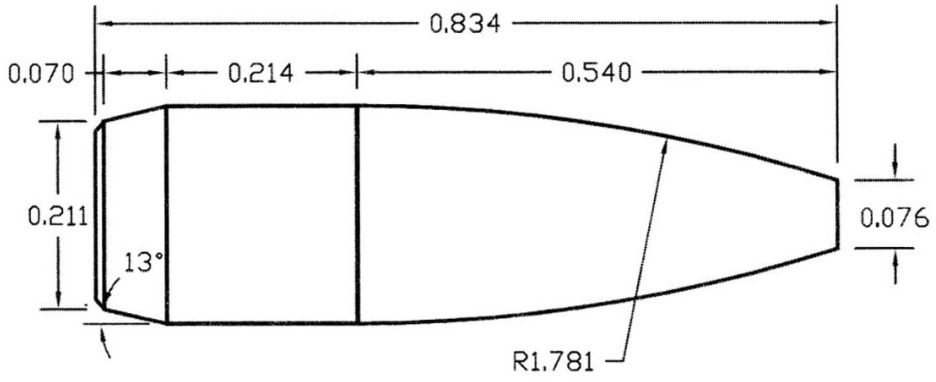
Размер Выборки:	**15**	**Радиус Оживала:**	**18.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.278 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.67**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.371	1.011	0.275	0.562	0.495
2000 / 1.79	0.317	1.013	0.275	0.510	0.546
2500 / 2.23	0.281	0.989	0.281	0.497	0.560
3000 / 2.68	0.255	0.980	0.284	0.480	0.579
Средние:		**0.998**	**0.279**	**0.512**	**0.545**
Вариации:		**0.033**	**0.009**	**0.082**	**0.084**

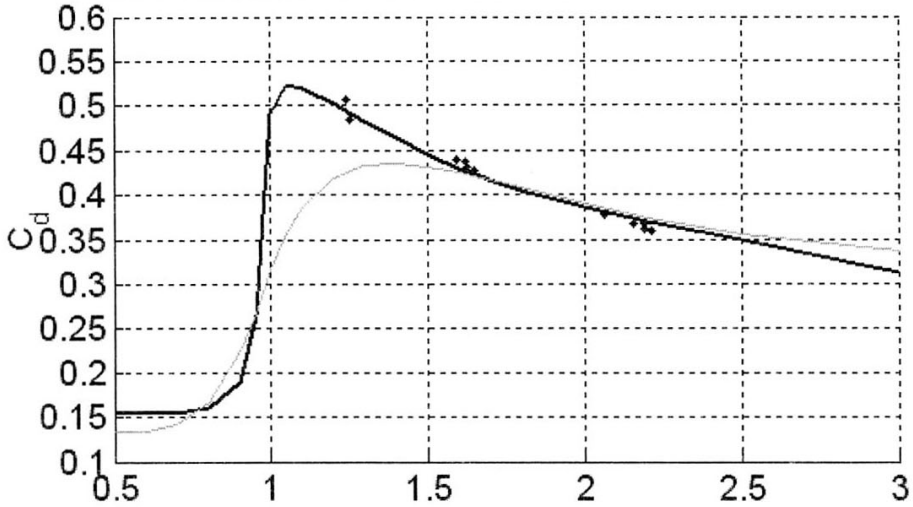
70-грановая .243 калибра Sierra MatchKing



Lot# неизвестен

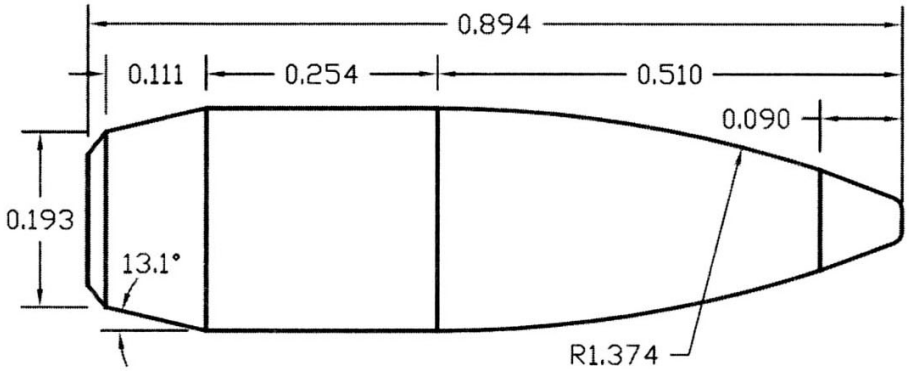
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**7.3 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.169 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.482	1.312	0.129	0.729	0.232
2000 / 1.79	0.410	1.307	0.130	0.658	0.257
2500 / 2.23	0.361	1.271	0.133	0.639	0.265
3000 / 2.68	0.326	1.255	0.135	0.615	0.275
Средние:		**1.286**	**0.132**	**0.660**	**0.258**
Вариации:		**0.057**	**0.006**	**0.114**	**0.043**

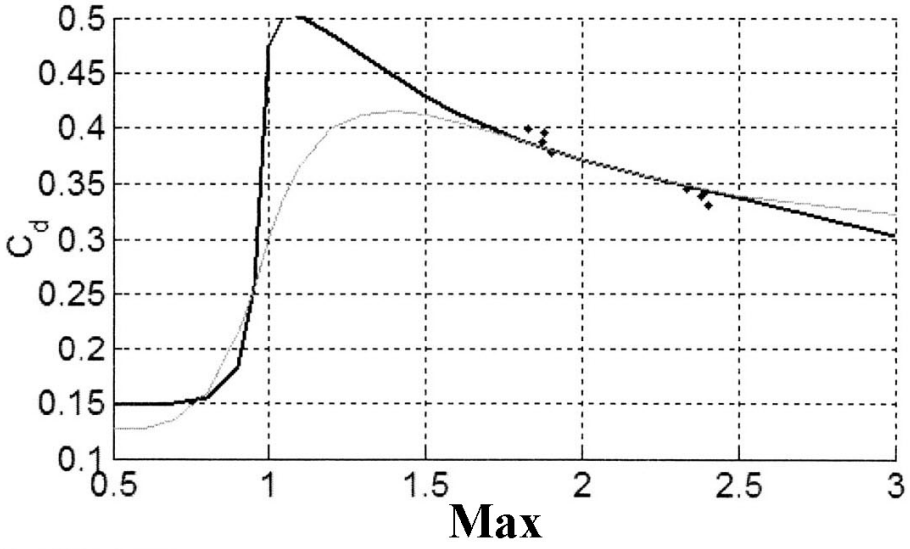
80-грановая .243 калибра Sierra Blitz



Размеры сняты с Lot#0013827141818

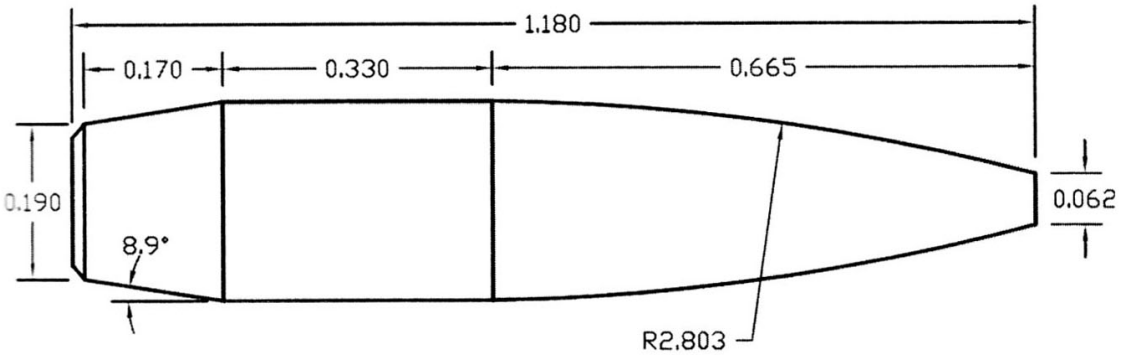
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**5.63 калибры**
Поперечная Нагрузка:	**0.194 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.99**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.474	1.290	0.150	0.717	0.270
2000 / 1.79	0.401	1.278	0.151	0.643	0.301
2500 / 2.23	0.352	1.238	0.156	0.622	0.311
3000 / 2.68	0.317	1.218	0.159	0.597	0.324
Средние:		**1.256**	**0.154**	**0.645**	**0.302**
Вариации:		**0.073**	**0.009**	**0.120**	**0.054**

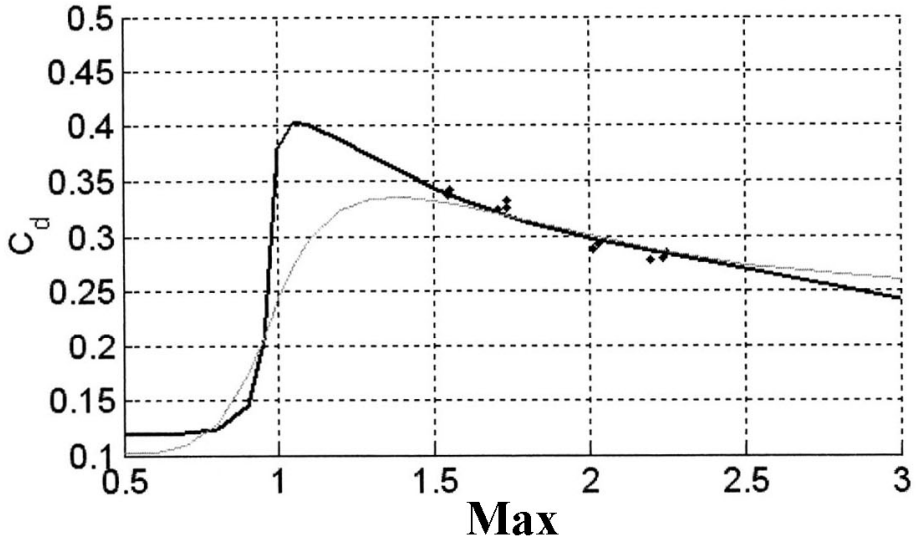
95-грановая .243 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#003811983

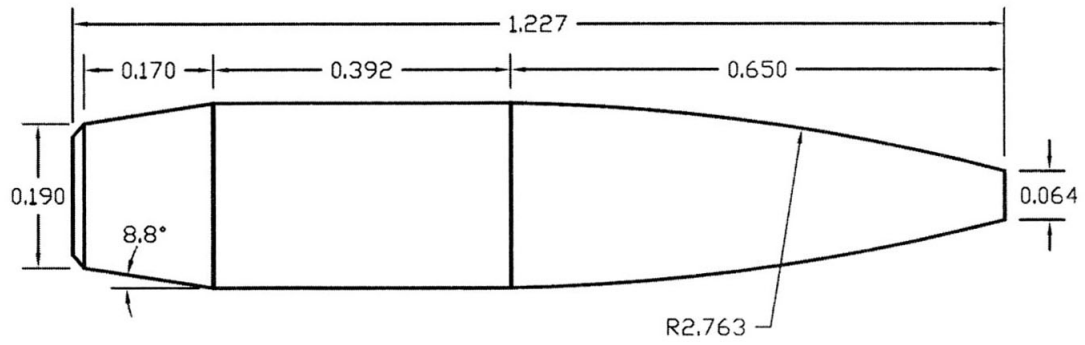
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**11.5 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.230 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.90**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.376	1.024	0.224	0.569	0.404
2000 / 1.79	0.317	1.011	0.227	0.509	0.452
2500 / 2.23	0.278	0.977	0.235	0.491	0.468
3000 / 2.68	0.249	0.958	0.240	0.470	0.489
Средние:		**0.993**	**0.232**	**0.510**	**0.453**
Вариации:		**0.065**	**0.015**	**0.099**	**0.085**

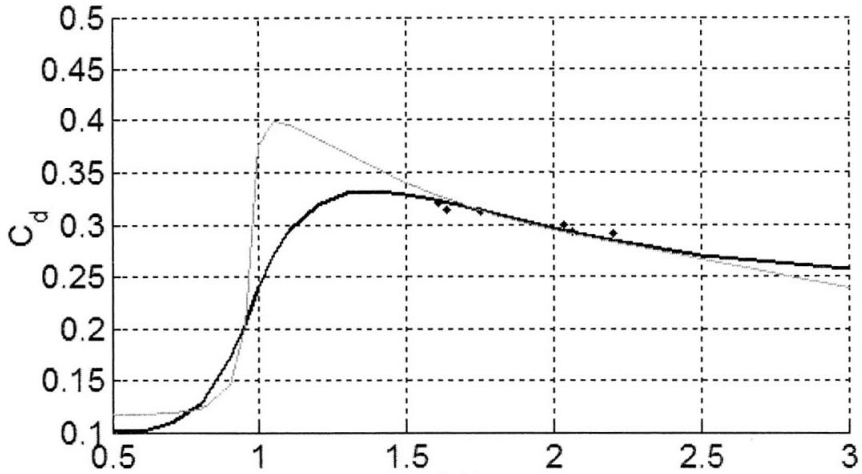
107-грановая .243 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#003842744

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**11.32 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.259 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.89**

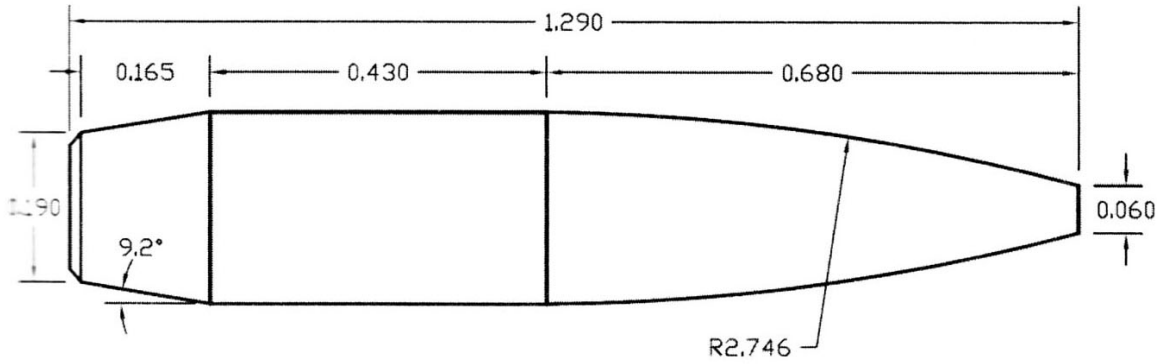
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК $_{G7}$	i_1	БК $_{G1}$
1500 / 1.34	0.337	0.918	0.282	0.510	0.507
2000 / 1.79	0.309	0.986	0.263	0.496	0.522
2500 / 2.23	0.289	1.016	0.255	0.510	0.507
3000 / 2.68	0.273	1.051	0.246	0.515	0.503
Средние:		**0.993**	**0.261**	**0.508**	**0.510**
Вариации:		**0.133**	**0.036**	**0.019**	**0.019**

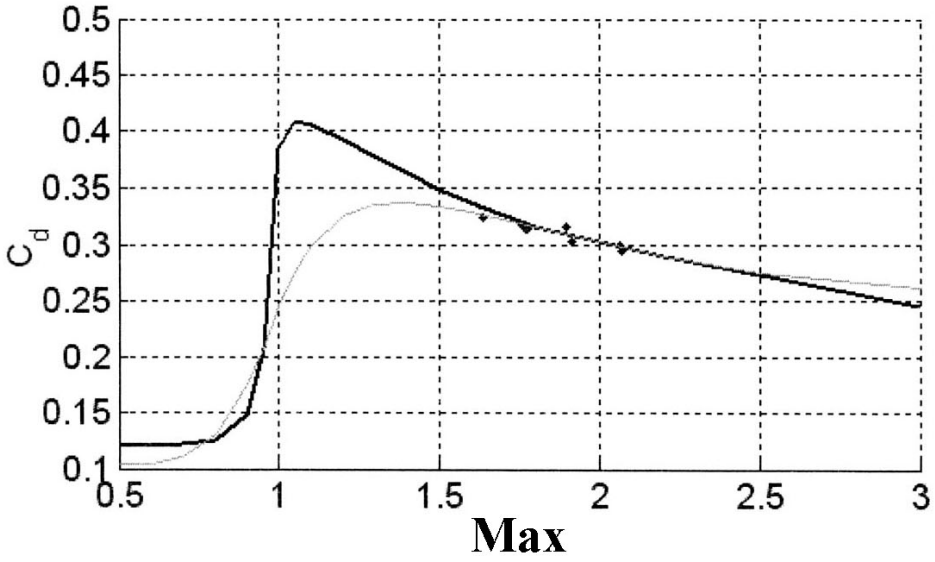
Непонятно, почему кривая сопротивления этой пули лучше соответствует стандарту G1, чем G7 (хотя не должна). Средний БК совпал с точностью 1% с заявленным Sierra. Средний форм фактор G7 соответствует форме пули.

115-грановая .243 калибра DTAC BTHP



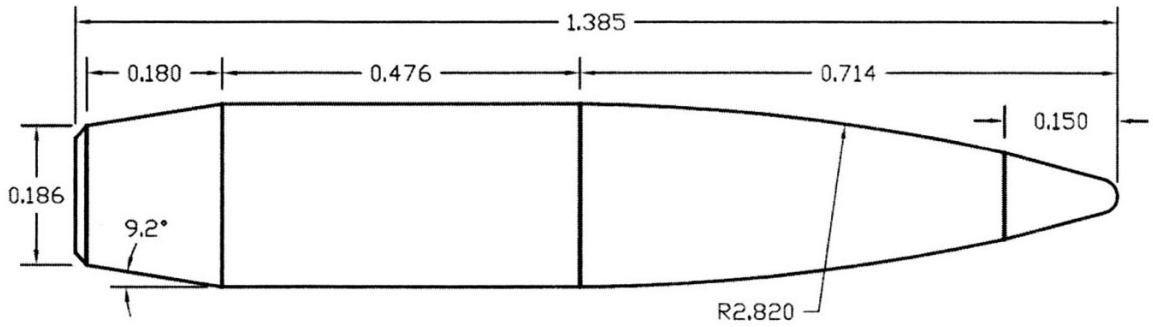
Размер Выборки: 10	**Радиус Оживала:** 11.30 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.278 lb/in^2	**Rt/R:** 0.91

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



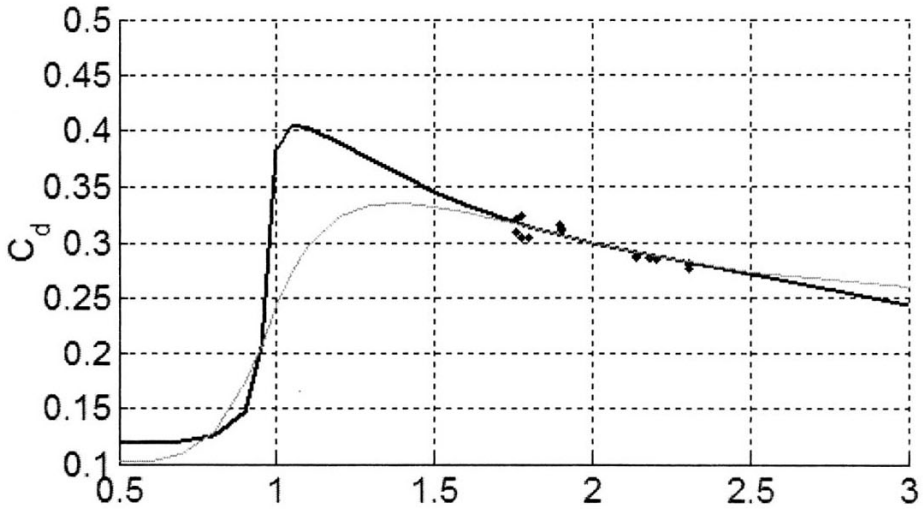
фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.363	0.988	0.282	0.549	0.507
2000 / 1.79	0.318	1.014	0.274	0.510	0.545
2500 / 2.23	0.287	1.010	0.276	0.507	0.549
3000 / 2.68	0.264	1.016	0.274	0.498	0.559
Средние:		**1.007**	**0.276**	**0.516**	**0.540**
Вариации:		**0.028**	**0.008**	**0.051**	**0.052**

177-грановая .243 калибра DTAC



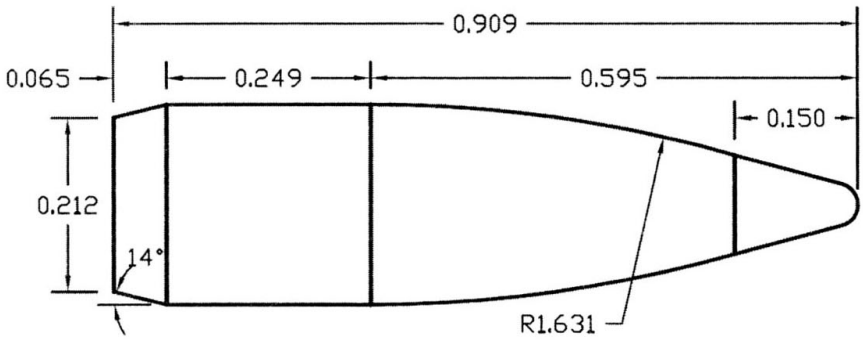
Размер Выборки: 8	**Радиус Оживала:** 11.56 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.283 lb/in^2	**Rt/R:** 0.90

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.362	0.987	0.287	0.549	0.516
2000 / 1.79	0.316	1.009	0.281	0.508	0.557
2500 / 2.23	0.285	1.001	0.283	0.503	0.563
3000 / 2.68	0.261	1.004	0.282	0.492	0.575
Средние:		**1.000**	**0.283**	**0.513**	**0.553**
Вариации:		**0.022**	**0.006**	**0.056**	**0.059**

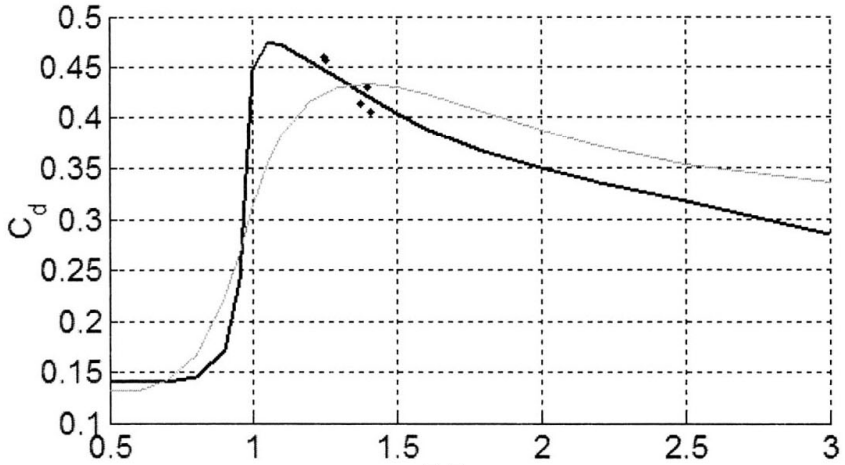
70-грановая .243 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты с Lot#CE20F7-1

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.69 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.169 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

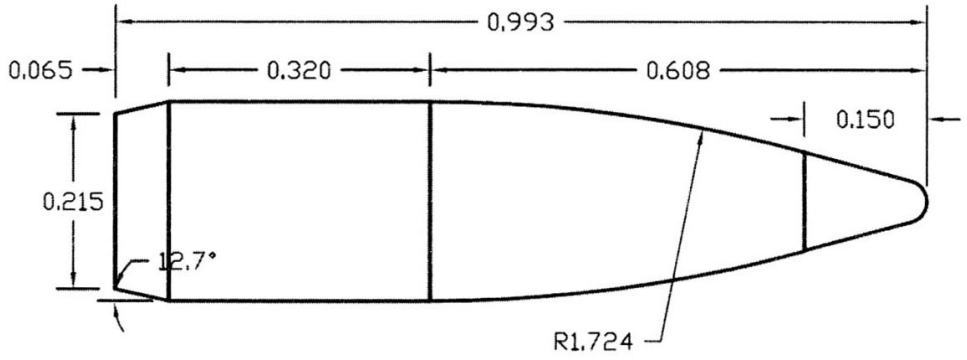
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.431	1.175	0.144	0.653	0.259
2000 / 1.79	0.375	1.196	0.142	0.602	0.281
2500 / 2.23	0.336	1.183	0.143	0.594	0.285
3000 / 2.68	0.308	1.184	0.143	0.581	0.292
Средние:		**1.185**	**0.143**	**0.607**	**0.279**
Вариации:		**0.022**	**0.003**	**0.072**	**0.032**

Данные теста для этой пули не очень хорошие. Они все для низкой скорости и имеют существенный *разброс*. Тем не менее, я уверен в том, что измеренный БК точен, так как форм фактор хорошо совпал с форм фактором для 80-грановой Ballistic Tip (на следующей странице), данные для которой более чистые, а размеры схожие.

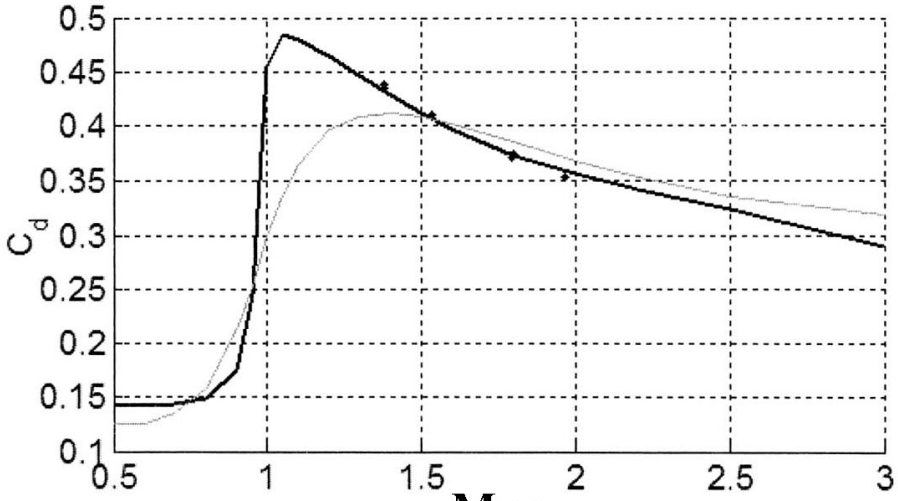
80-грановая .243 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты с Lot# FE21F7-1

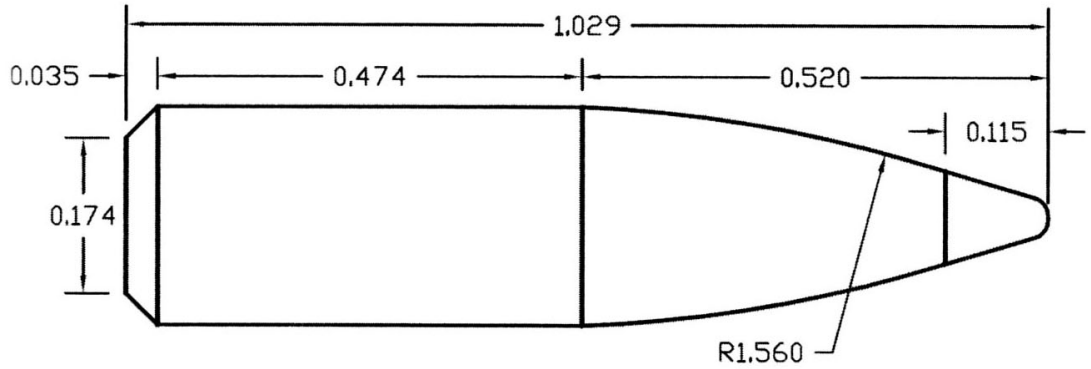
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.07 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.194 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.444	1.210	0.160	0.672	0.288
2000 / 1.79	0.374	1.194	0.162	0.601	0.322
2500 / 2.23	0.328	1.153	0.168	0.579	0.334
3000 / 2.68	0.294	1.131	0.171	0.554	0.349
Средние:		**1.172**	**0.165**	**0.602**	**0.323**
Вариации:		**0.079**	**0.011**	**0.118**	**0.061**

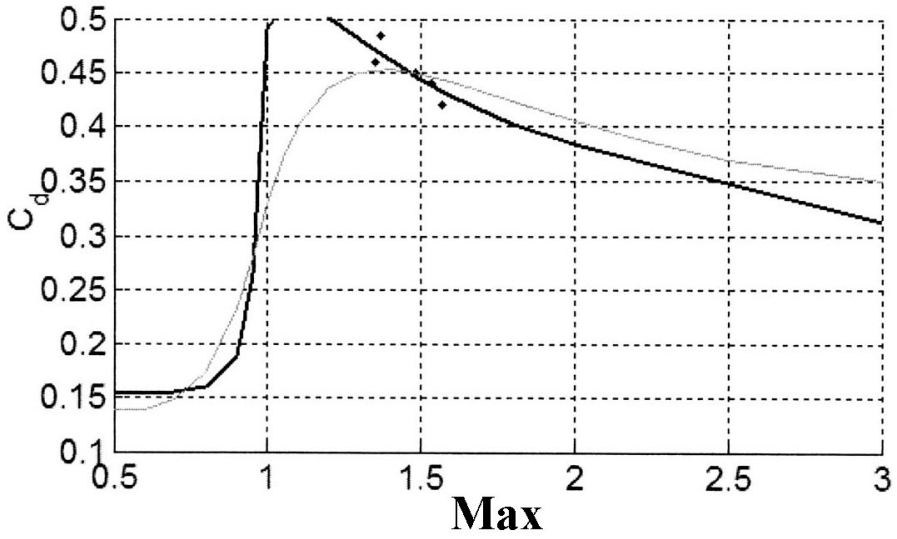
95-грановая .243 калибра Nosler Partition



Размеры сняты с Lot#LC20F 41

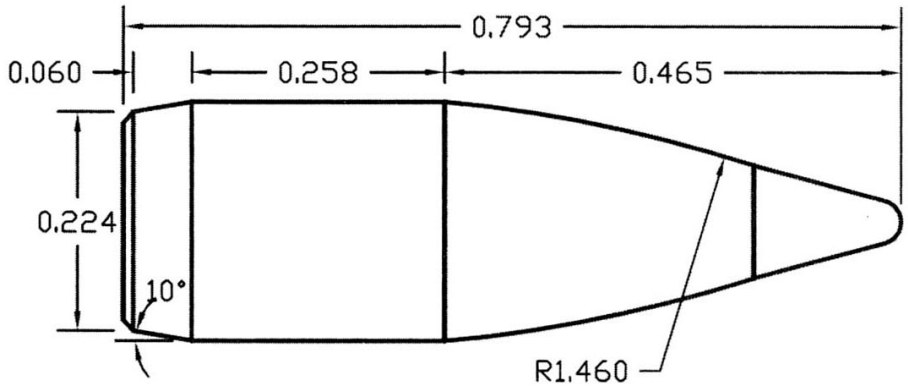
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.39 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.230 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.97**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.469	1.278	0.180	0.710	0.324
2000 / 1.79	0.411	1.312	0.175	0.660	0.348
2500 / 2.23	0.371	1.306	0.176	0.656	0.350
3000 / 2.68	0.342	1.314	0.175	0.644	0.357
Средние:		**1.303**	**0.176**	**0.668**	**0.345**
Вариации:		**0.037**	**0.005**	**0.066**	**0.033**

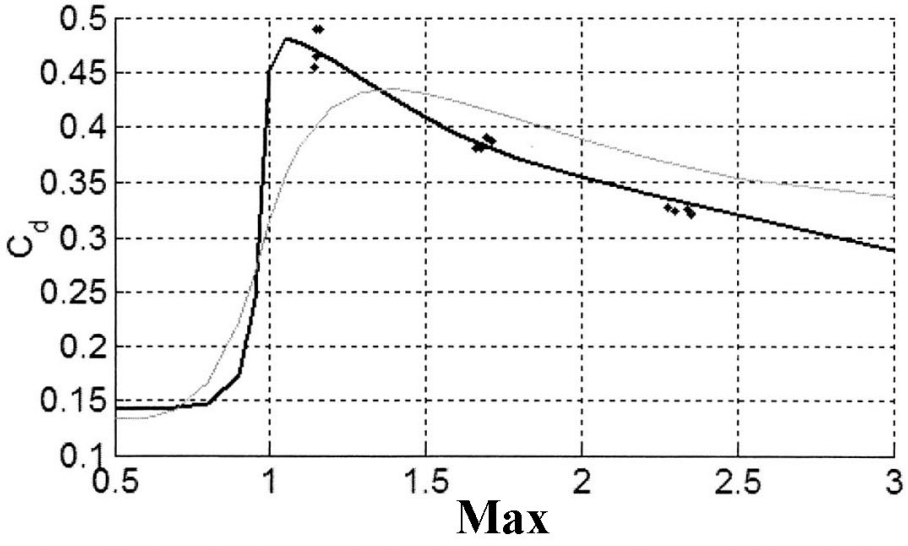
58-грановая .243 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты с Lot#2080522

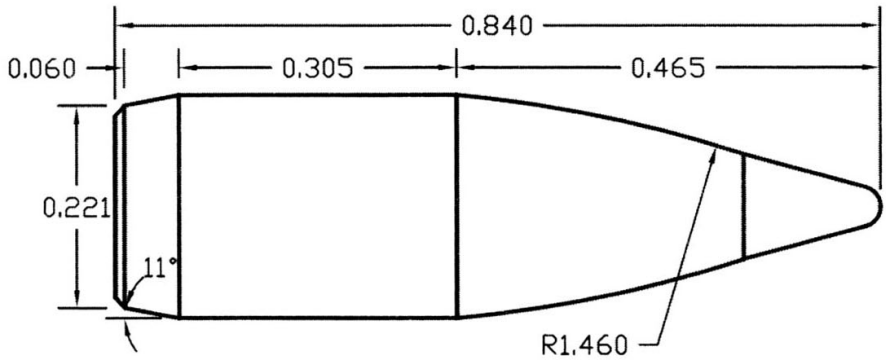
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**5.98 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.140 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.50**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.440	1.198	0.117	0.666	0.211
2000 / 1.79	0.375	1.196	0.117	0.602	0.233
2500 / 2.23	0.331	1.165	0.120	0.585	0.240
3000 / 2.68	0.299	1.151	0.122	0.564	0.249
Средние:		**1.177**	**0.119**	**0.604**	**0.233**
Вариации:		**0.047**	**0.005**	**0.101**	**0.038**

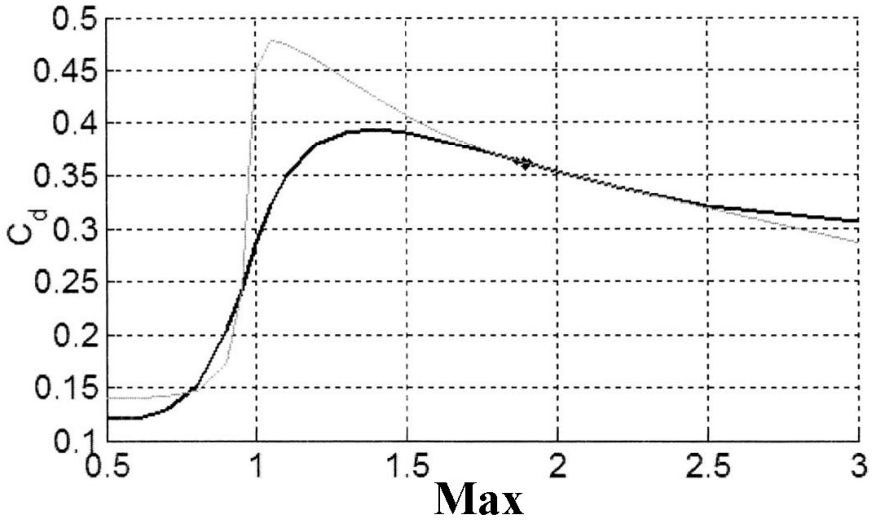
65-грановая .243 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты с Lot#2070855

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**5.98 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.157 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.50**

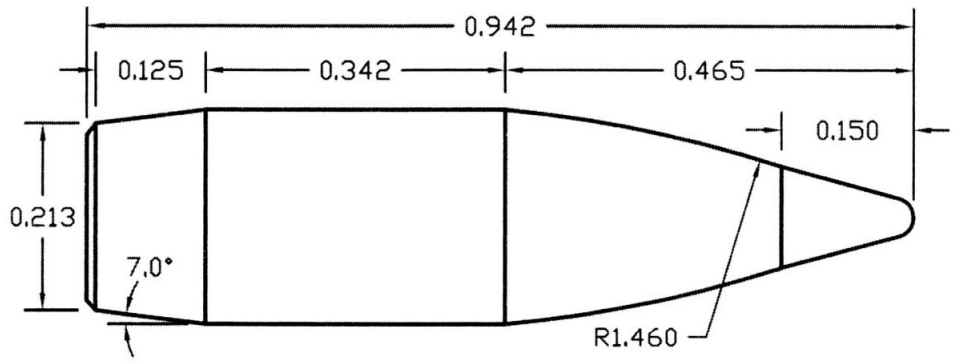
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.416	1.133	0.139	0.629	0.250
2000 / 1.79	0.370	1.181	0.133	0.594	0.265
2500 / 2.23	0.338	1.189	0.132	0.597	0.263
3000 / 2.68	0.314	1.208	0.130	0.592	0.266
Средние:		**1.178**	**0.134**	**0.603**	**0.261**
Вариации:		**0.075**	**0.009**	**0.037**	**0.016**

Некоторые данные были плохими в этом тесте. Все 5 выстрелов собрались очень близко, но недостаточно далеко для хорошего понятия скоростной зависимости, отсюда и соответствие G1. Средние форм фактор G7 очень близки к 58-грановой Amax (1.178 против 1.177), что придает уверенности в значении среднего форм фактора G7 для 65-грановой Amax.

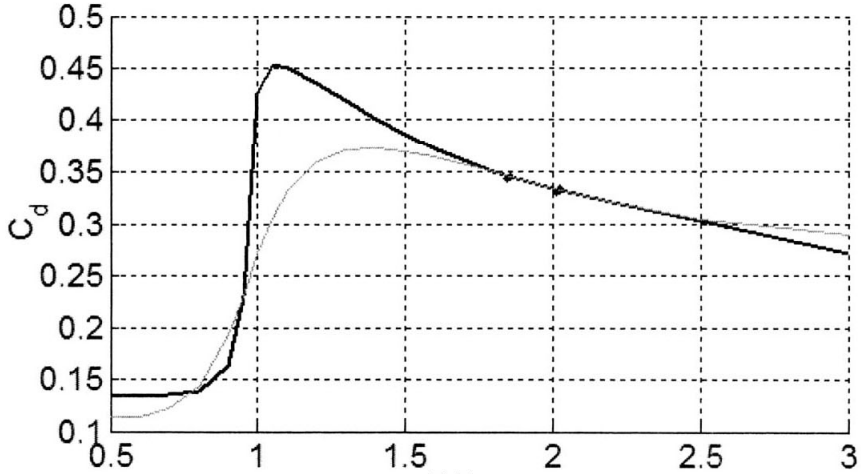
75-грановая .243 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты с Lot#2070619

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**5.98 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.182 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.50**

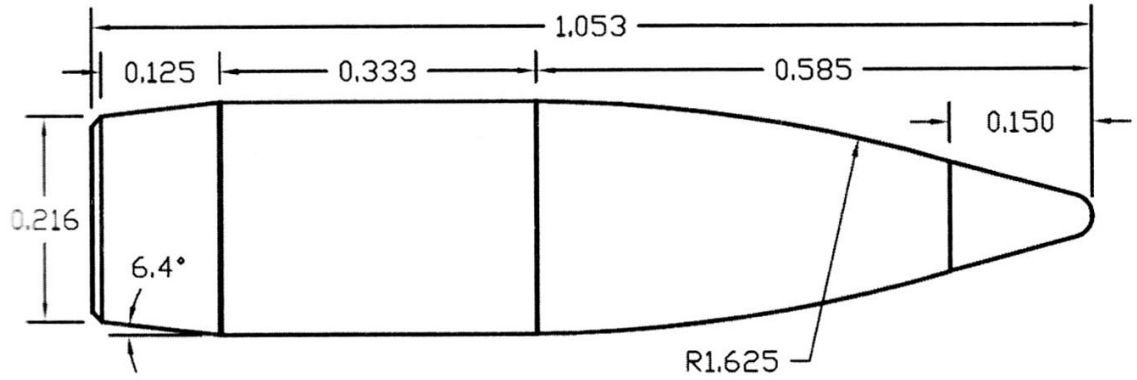
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.400	1.090	0.167	0.606	0.300
2000 / 1.79	0.352	1.122	0.162	0.565	0.321
2500 / 2.23	0.318	1.119	0.162	0.562	0.323
3000 / 2.68	0.293	1.128	0.161	0.553	0.328
Средние:		**1.115**	**0.163**	**0.571**	**0.318**
Вариации:		**0.038**	**0.006**	**0.053**	**0.029**

Обратите внимание, как уменьшилось сопротивление более длинным боаттэйлом для 75-грановой Vmzx в сравнении с 55-грановой и 65-грановой Vmax. Около 7% снижения сопротивления для удлинения боаттэйла от 0.070” до 0.135” и уменьшения угла до 7 градусов.

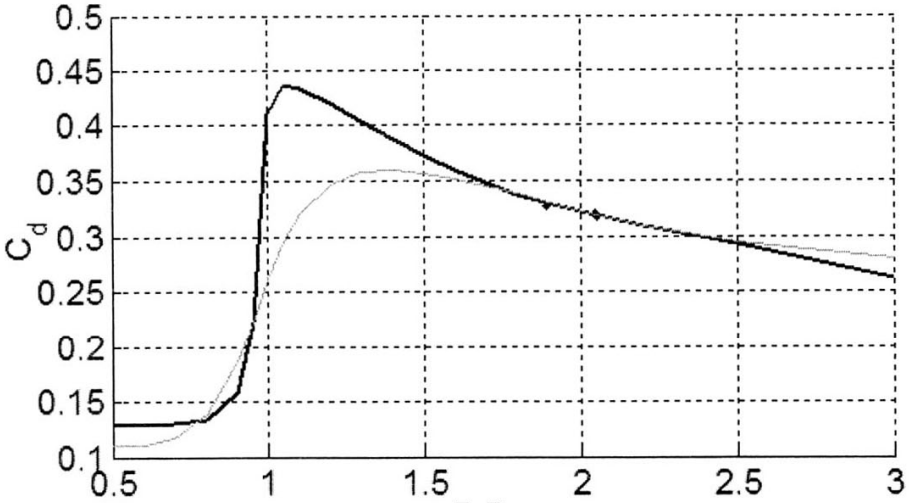
87-грановая .243 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты с Lot#2070711

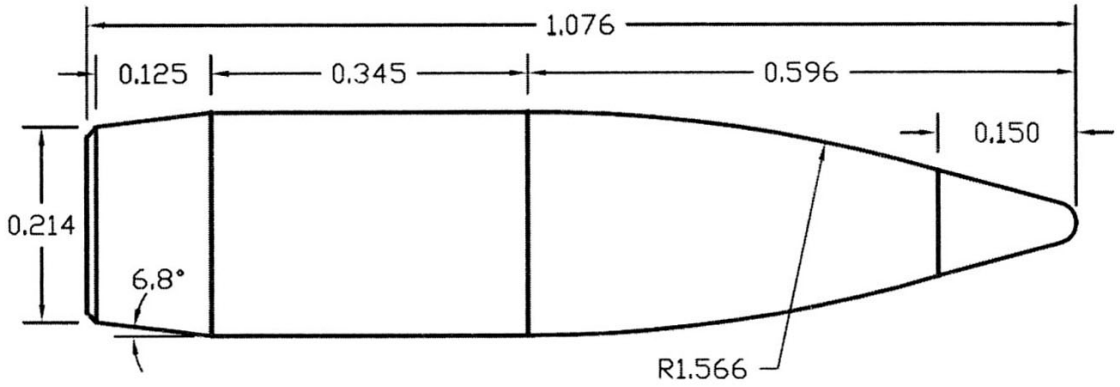
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.66 calibers**
Поперечная Нагрузка:	**0.211 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.87**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.385	1.047	0.201	0.582	0.362
2000 / 1.79	0.339	1.082	0.195	0.544	0.387
2500 / 2.23	0.307	1.081	0.195	0.543	0.387
3000 / 2.68	0.284	1.092	0.193	0.535	0.393
Средние:		**1.076**	**0.196**	**0.551**	**0.382**
Вариации:		**0.044**	**0.008**	**0.047**	**0.032**

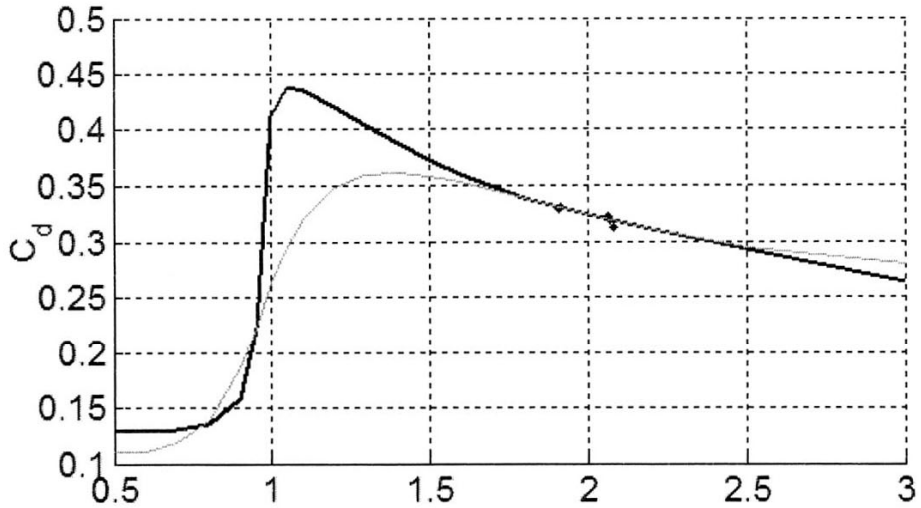
85-грановая .243 калибра Hornady Interbond



Размеры сняты с Lot#2060676

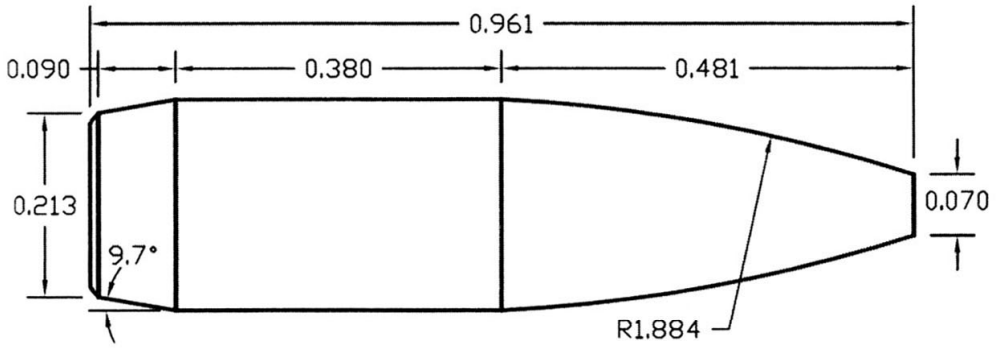
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.42 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.206 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.397	1.082	0.190	0.601	0.342
2000 / 1.79	0.343	1.094	0.188	0.550	0.374
2500 / 2.23	0.306	1.076	0.191	0.540	0.380
3000 / 2.68	0.279	1.072	0.192	0.525	0.391
Средние:		**1.081**	**0.190**	**0.554**	**0.372**
Вариации:		**0.022**	**0.004**	**0.076**	**0.049**

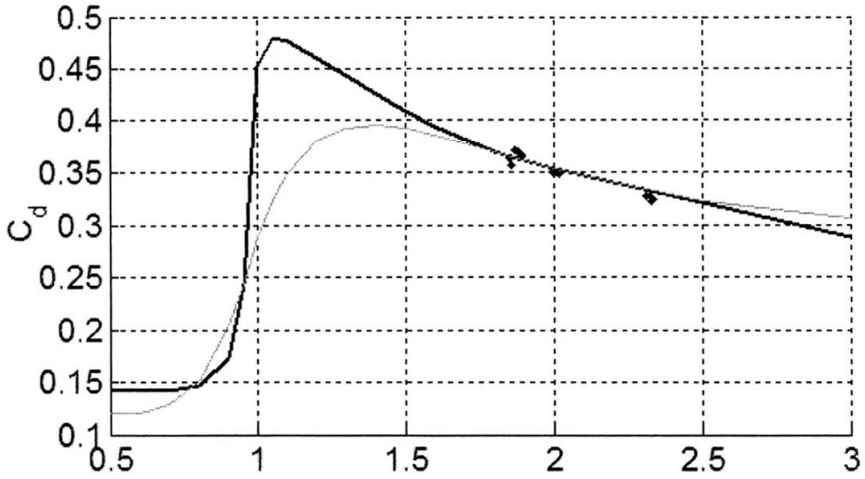
87-грановая .243 калибра Hornady BTHP



Размеры сняты с Lot#2070749 (новый) и 96-156 (старый)

Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**7.72 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.211 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.77**

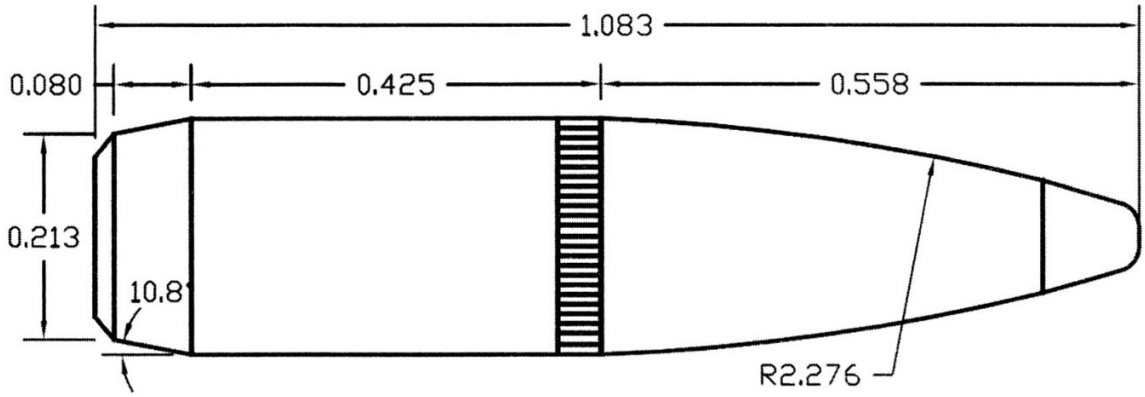
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.436	1.188	0.177	0.660	0.319
2000 / 1.79	0.375	1.196	0.176	0.602	0.350
2500 / 2.23	0.333	1.172	0.180	0.589	0.357
3000 / 2.68	0.303	1.165	0.181	0.571	0.369
Средние:		**1.180**	**0.178**	**0.605**	**0.349**
Вариации:		**0.031**	**0.005**	**0.089**	**0.050**

Протестированы были 2 партии этой пули; одна примерно 1997 года, другая - 2008 года. Обе протестированные партии совпали в пределах 1% друг с другом. Такое однообразие через 11 лет впечатляет. Размеры выше сняты с новой партии, но пули из старой партии выглядят идентично (за исключением того, что чуть окислены).

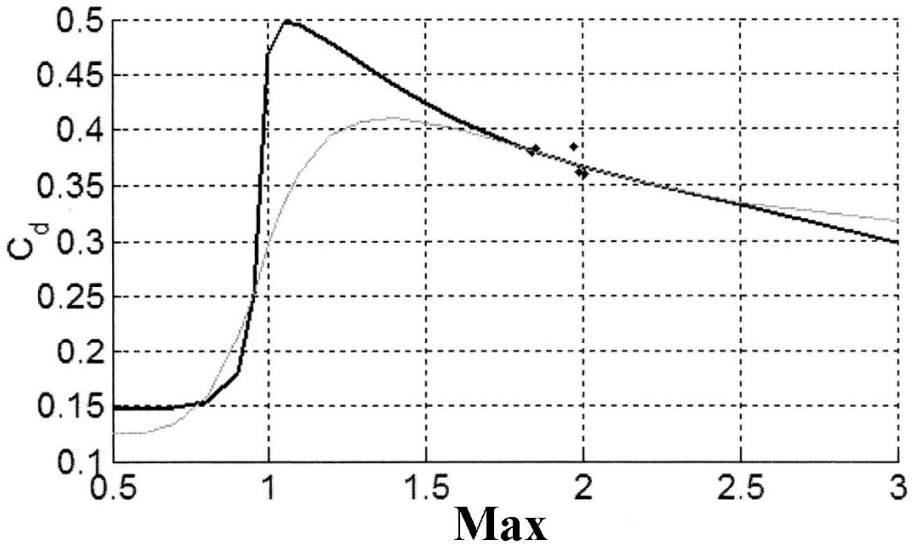
100-грановая .243 калибра Hornady BTSP



Размеры сняты с Lot#2070146

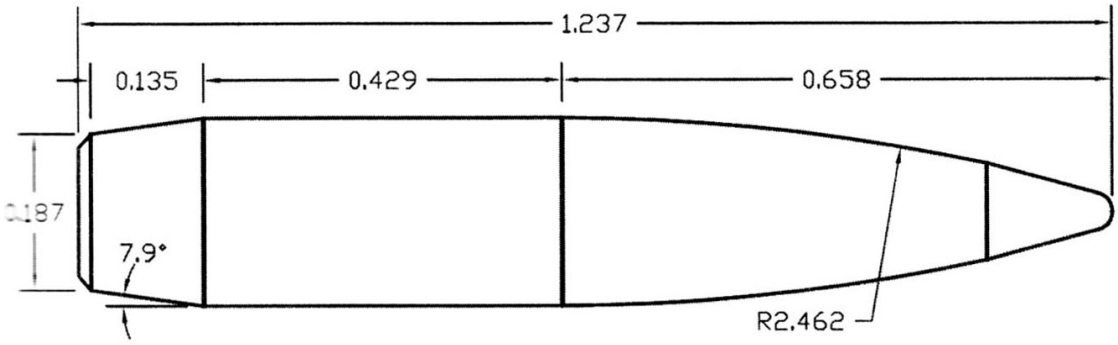
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 9.33 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.242 lb/in^2	**Rt/R:** 0.77

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.438	1.194	0.203	0.664	0.364
2000 / 1.79	0.386	1.232	0.196	0.620	0.390
2500 / 2.23	0.350	1.230	0.197	0.618	0.392
3000 / 2.68	0.322	1.240	0.195	0.608	0.398
Средние:		**1.224**	**0.198**	**0.627**	**0.386**
Вариации:		**0.046**	**0.008**	**0.056**	**0.033**

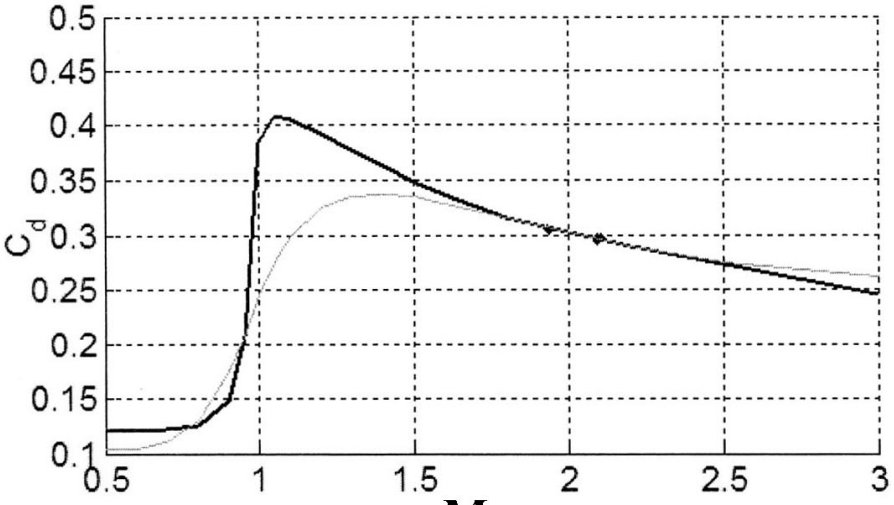
105-грановая .243 калибра Hornady Amax



Размеры сняты с Lot#208199

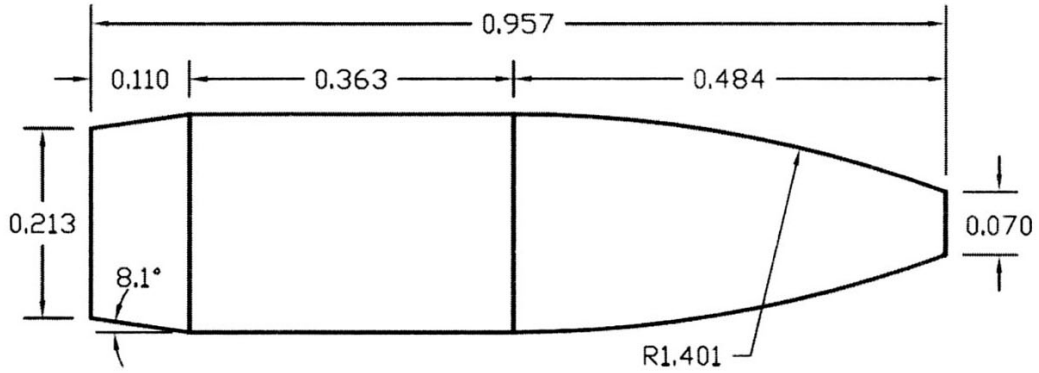
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 10.09 калибры
Поперечная Нагрузка: 0.254 lb/in^2	**Rt/R:** 0.88

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.369	1.006	0.253	0.559	0.454
2000 / 1.79	0.320	1.021	0.249	0.514	0.495
2500 / 2.23	0.286	1.007	0.252	0.506	0.502
3000 / 2.68	0.261	1.006	0.253	0.493	0.515
Средние:		**1.010**	**0.252**	**0.518**	**0.492**
Вариации:		**0.015**	**0.004**	**0.066**	**0.061**

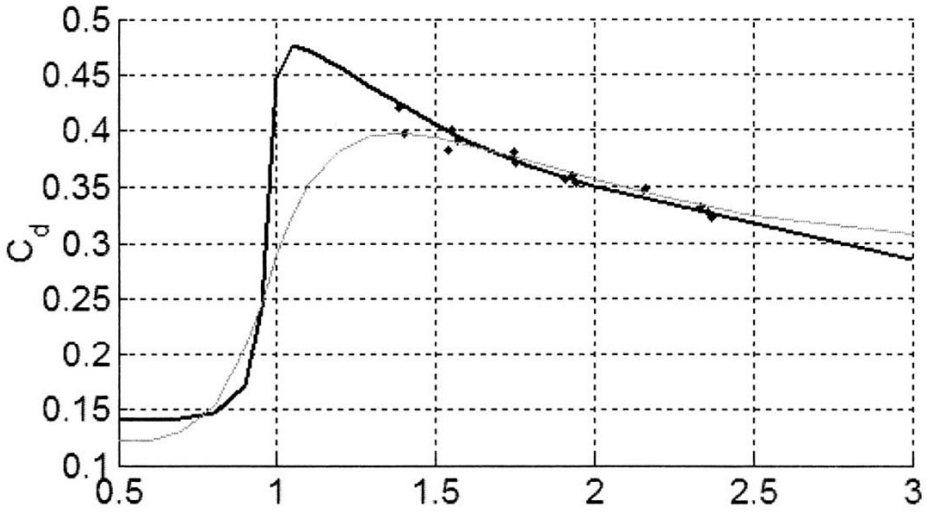
90-грановая .243 калибра Lapua FMJBT



Размеры сняты с Lot#4PL6006

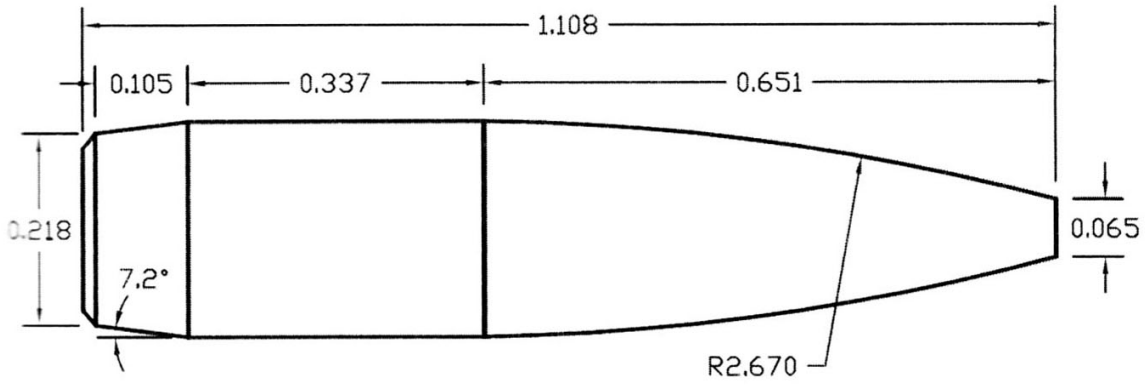
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 5.74 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.218 lb/in^2	**Rt/R:** 0.99

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.417	1.136	0.192	0.631	0.345
2000 / 1.79	0.371	1.183	0.184	0.595	0.366
2500 / 2.23	0.338	1.191	0.183	0.598	0.364
3000 / 2.68	0.314	1.208	0.180	0.592	0.368
Средние:		**1.179**	**0.185**	**0.604**	**0.361**
Вариации:		**0.072**	**0.011**	**0.039**	**0.023**

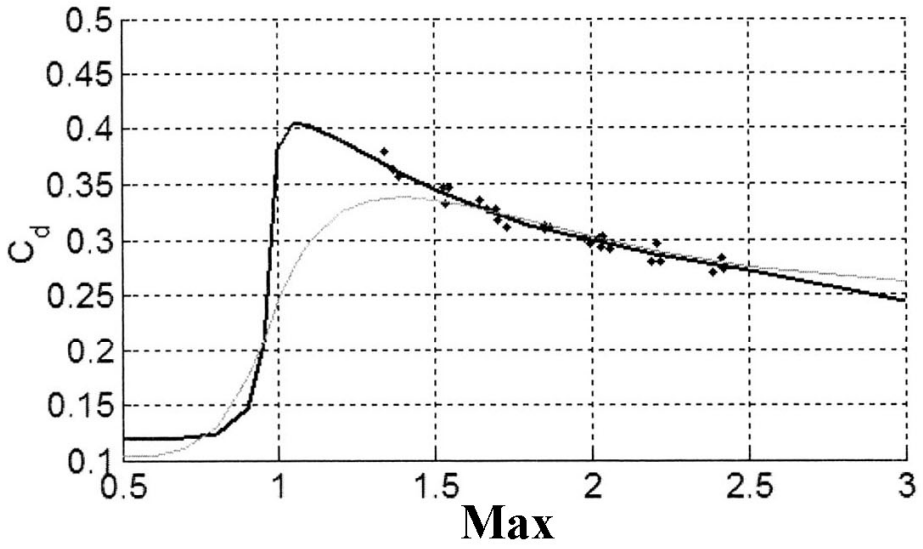
90-грановая .243 калибра Lapua Scenar



Размеры сняты с Lot#P00365701

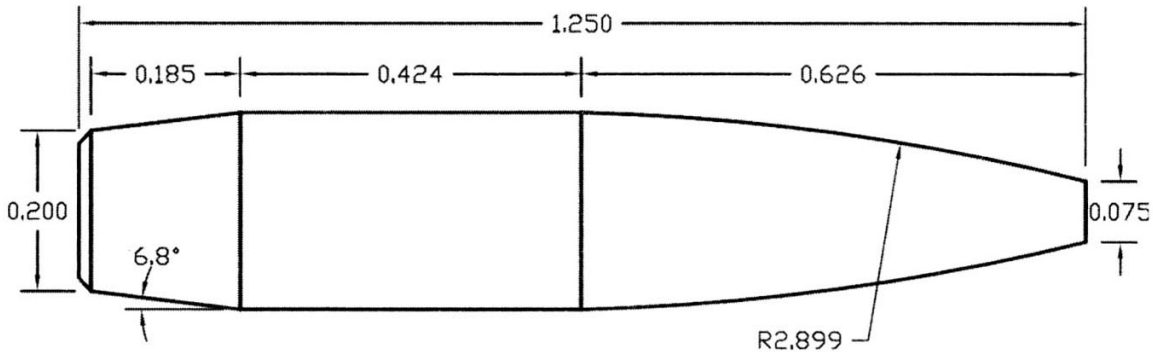
Размер Выборки: 9	**Радиус Оживала:** 10.94 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.218 lb/in^2	**Rt/R:** 0.79

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.364	0.991	0.220	0.551	0.395
2000 / 1.79	0.316	1.009	0.216	0.508	0.429
2500 / 2.23	0.284	0.998	0.218	0.501	0.434
3000 / 2.68	0.260	0.998	0.218	0.489	0.445
Средние:		**0.999**	**0.218**	**0.512**	**0.426**
Вариации:		**0.018**	**0.004**	**0.061**	**0.050**

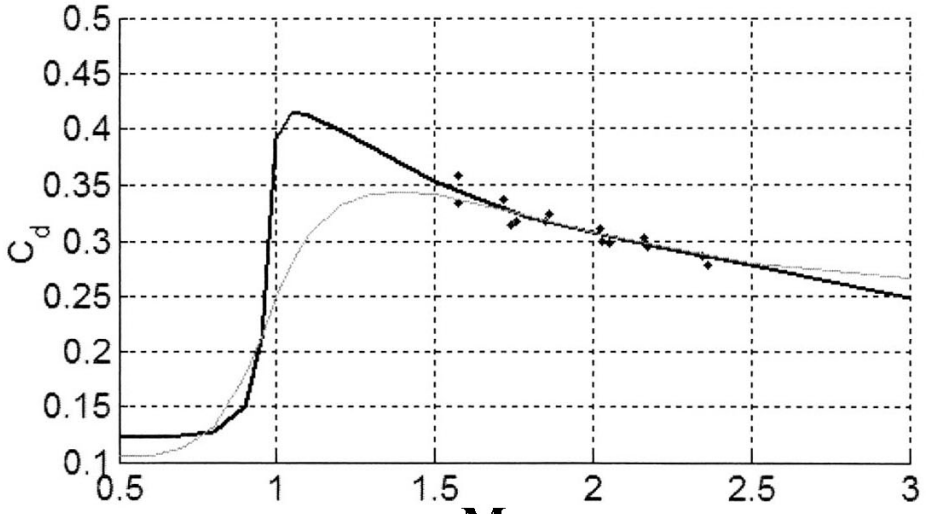
105-грановая .243 калибра Lapua Scenar



Размеры сняты с Lot#4PL6045

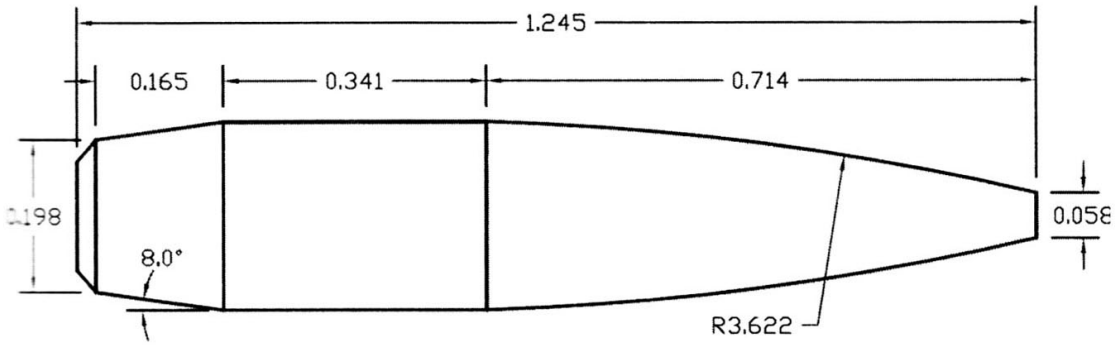
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**11.88 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.254 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.86**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



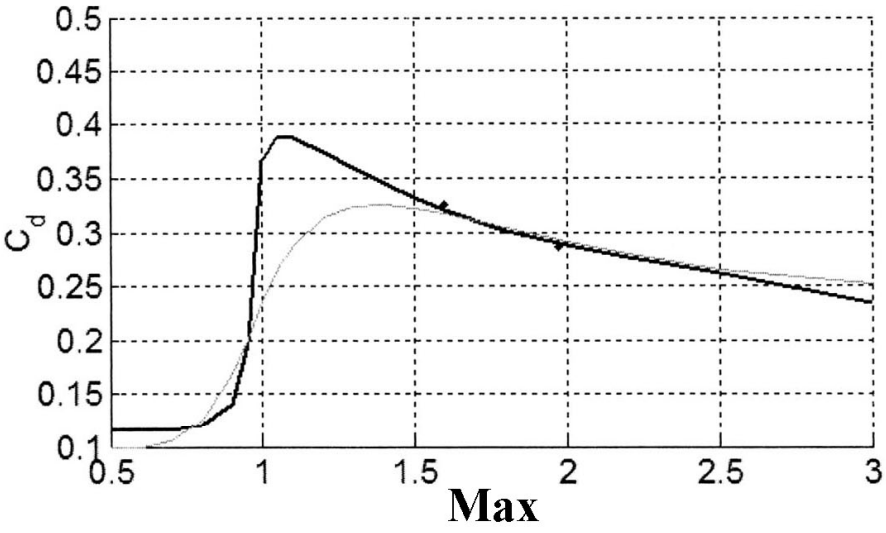
фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.367	1.000	0.254	0.556	0.457
2000 / 1.79	0.323	1.032	0.246	0.519	0.489
2500 / 2.23	0.293	1.030	0.247	0.518	0.491
3000 / 2.68	0.270	1.039	0.244	0.509	0.499
Средние:		**1.025**	**0.248**	**0.526**	**0.484**
Вариации:		**0.039**	**0.009**	**0.047**	**0.042**

105-грановая .243 калибра JLK VLD



Размер Выборки: 1	**Радиус Оживала:** 14.84 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.254 lb/in^2	**Rt/R:** 0.80

Сопротивление и Баллистический Коэффициент

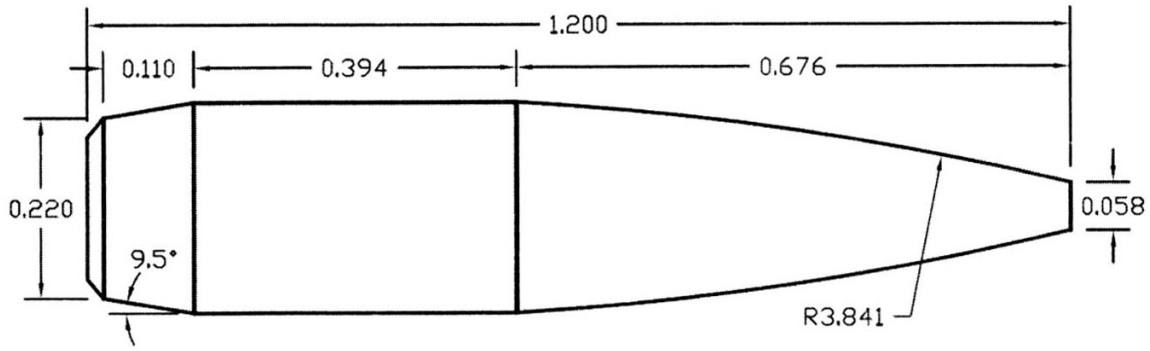


фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.361	0.983	0.258	0.546	0.465
2000 / 1.79	0.304	0.969	0.262	0.488	0.521
2500 / 2.23	0.266	0.934	0.272	0.469	0.541
3000 / 2.68	0.238	0.916	0.277	0.449	0.566
Средние:		**0.950**	**0.267**	**0.488**	**0.523**
Вариации:		**0.067**	**0.019**	**0.097**	**0.101**

Для этой пули был доступен только один выстрел. Измеренное сопротивление соответствует форме пули, но его можно считать подозрительным до тех пор, пока не будут доступны результаты дальнейших тестов.

25 Калибр (диаметр .257″)

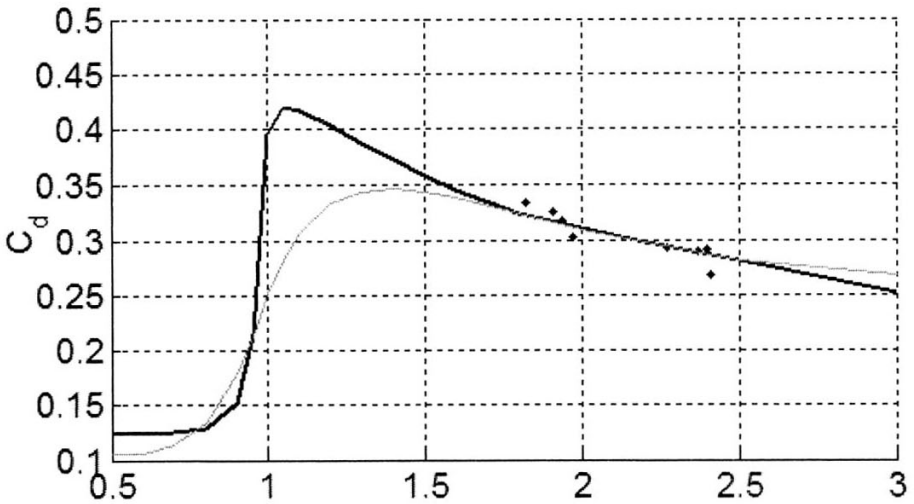
115-грановая 25 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot# 1135

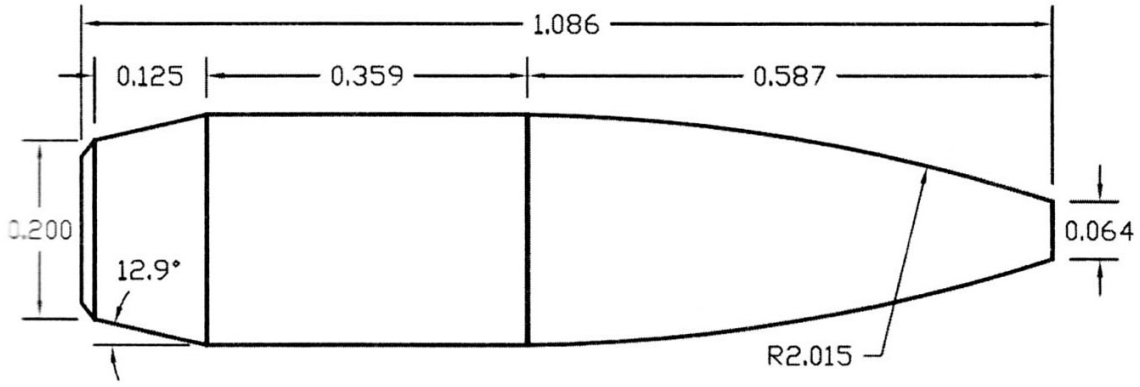
Размер Выборки:	**4**	**Радиус Оживала:**	**14.95 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.249 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.56**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.386	1.050	0.237	0.584	0.426
2000 / 1.79	0.331	1.057	0.235	0.532	0.468
2500 / 2.23	0.294	1.035	0.240	0.520	0.478
3000 / 2.68	0.267	1.028	0.242	0.504	0.494
Средние:		**1.043**	**0.239**	**0.535**	**0.466**
Вариации:		**0.029**	**0.007**	**0.080**	**0.068**

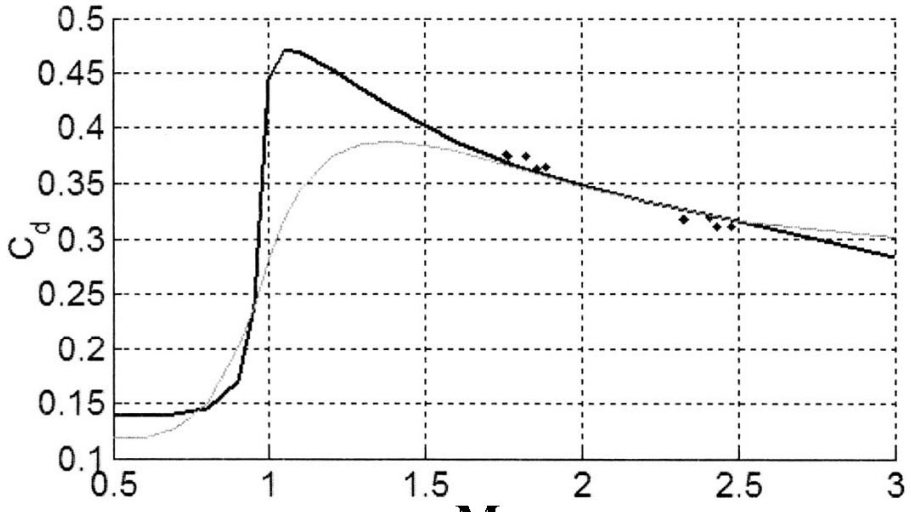
100-грановая 25 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot# 003984405

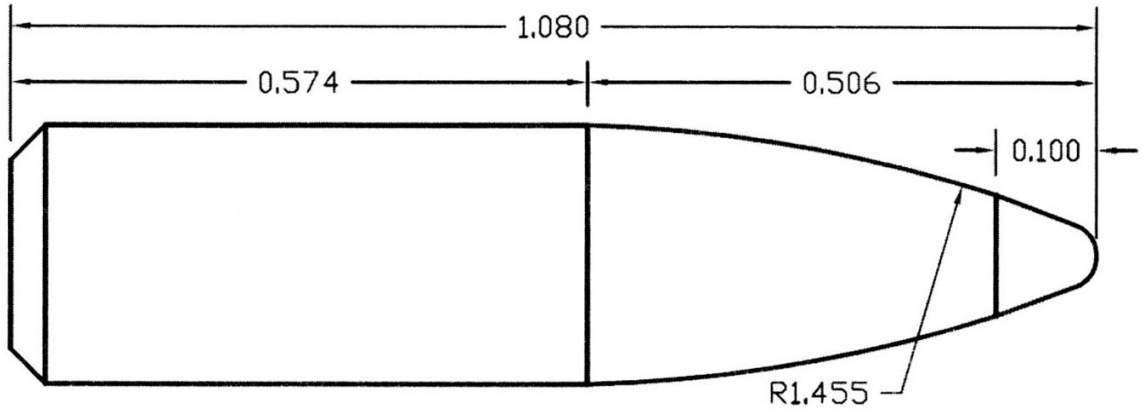
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.84 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.216 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.444	1.210	0.179	0.672	0.322
2000 / 1.79	0.375	1.195	0.181	0.601	0.360
2500 / 2.23	0.328	1.155	0.187	0.580	0.373
3000 / 2.68	0.295	1.133	0.191	0.556	0.389
Средние:		**1.173**	**0.184**	**0.602**	**0.361**
Вариации:		**0.077**	**0.012**	**0.117**	**0.068**

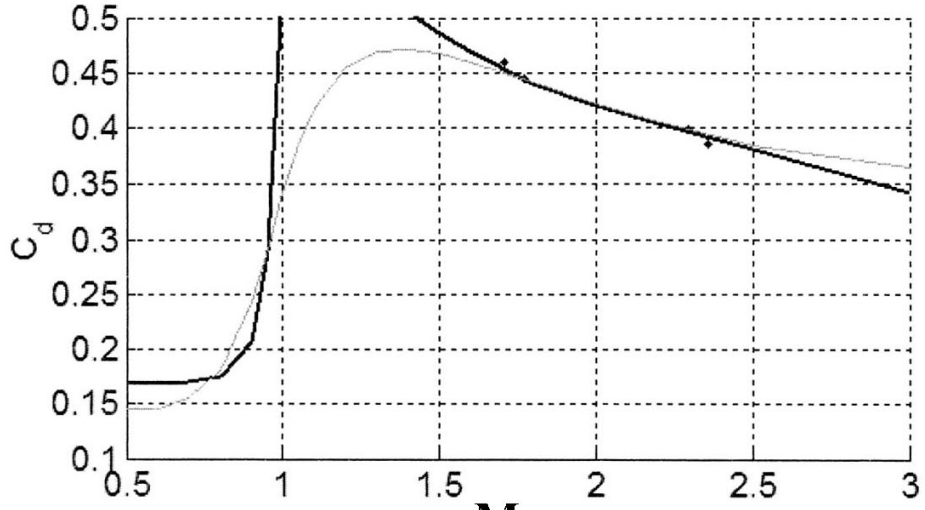
117-грановая 25 калибра Sierra Pro Hunter



Размеры сняты с Lot# 003962598

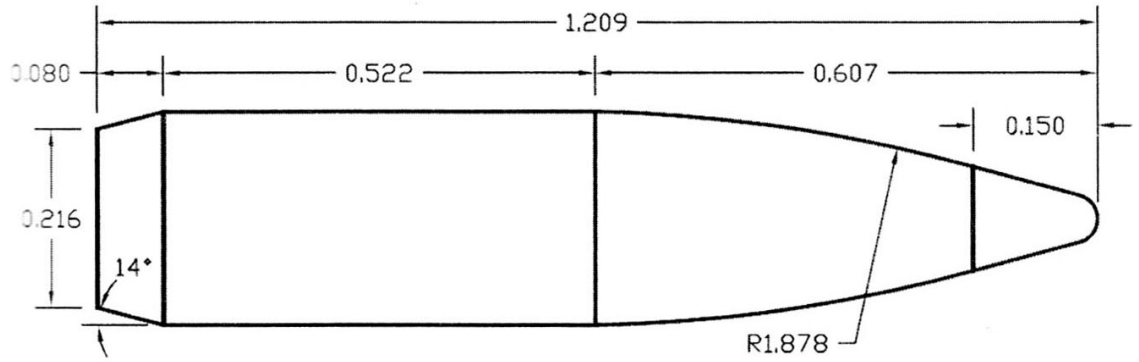
Размер Выборки:	**2**	**Радиус Оживала:**	**5.66 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.253 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.96**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.512	1.396	0.181	0.776	0.326
2000 / 1.79	0.446	1.423	0.178	0.716	0.353
2500 / 2.23	0.401	1.409	0.180	0.708	0.358
3000 / 2.68	0.367	1.411	0.179	0.692	0.366
Средние:		**1.410**	**0.180**	**0.723**	**0.351**
Вариации:		**0.027**	**0.003**	**0.084**	**0.040**

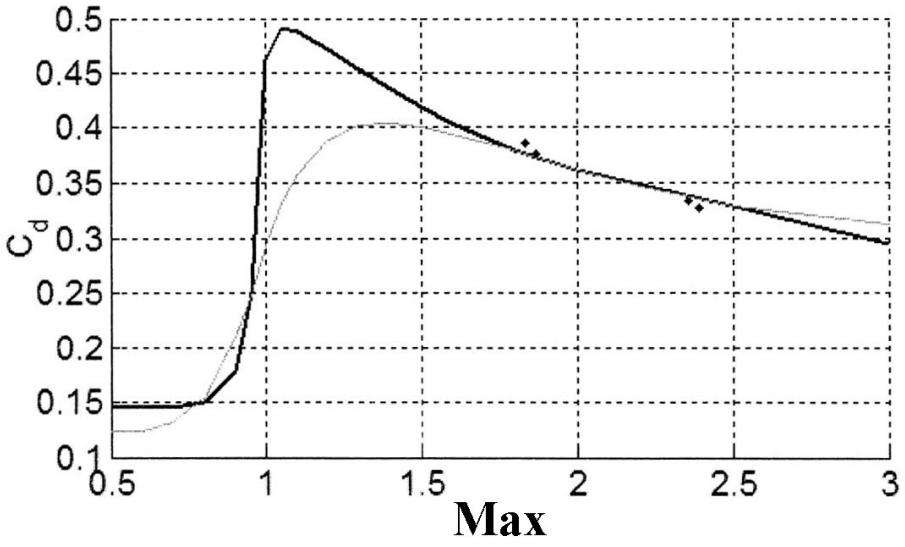
115-грановая 25 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты с Lot# CEO1F7-1

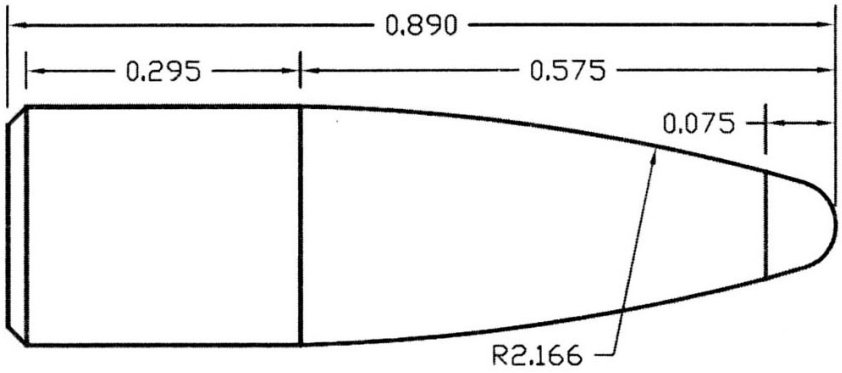
Размер Выборки:	**2**	**Радиус Оживала:**	**7.31 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.249 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.90**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.459	1.250	0.199	0.695	0.358
2000 / 1.79	0.389	1.242	0.200	0.625	0.398
2500 / 2.23	0.343	1.205	0.206	0.605	0.411
3000 / 2.68	0.309	1.187	0.210	0.582	0.427
Средние:		**1.221**	**0.204**	**0.627**	**0.399**
Вариации:		**0.063**	**0.011**	**0.113**	**0.070**

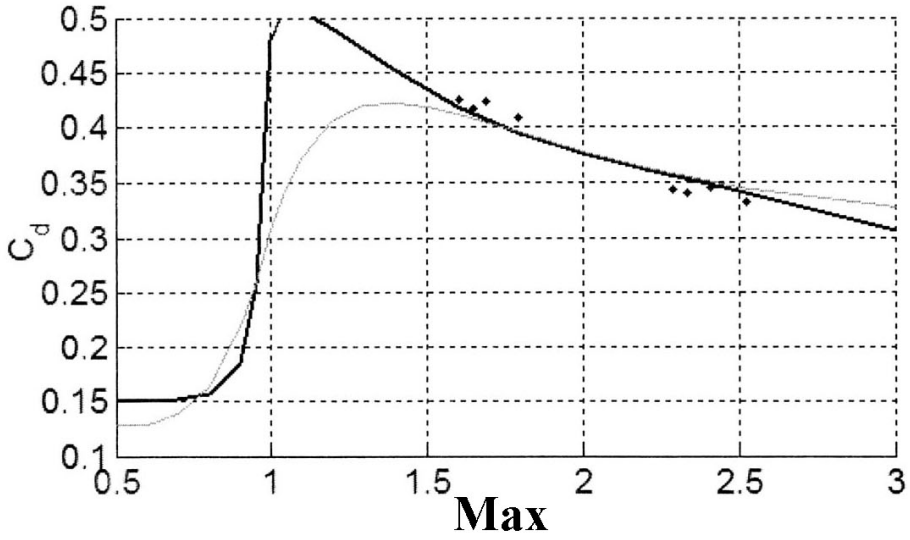
87-грановая 25 калибра Hornady Spitzer



Размеры сняты с Lot# 2060236

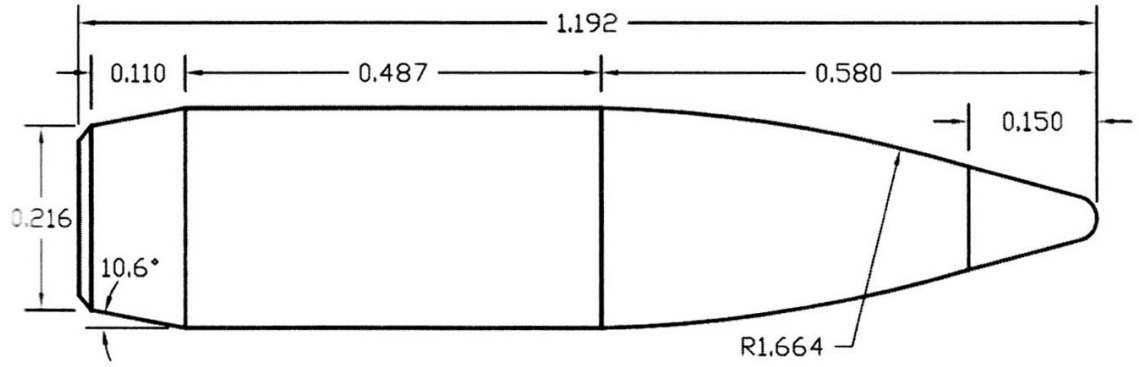
Размер Выборки:	**4**	**Радиус Оживала:**	**8.43 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.188 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.86**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.479	1.306	0.144	0.726	0.259
2000 / 1.79	0.404	1.290	0.146	0.649	0.290
2500 / 2.23	0.354	1.246	0.151	0.626	0.301
3000 / 2.68	0.318	1.223	0.154	0.599	0.314
Средние:		**1.266**	**0.149**	**0.650**	**0.291**
Вариации:		**0.083**	**0.010**	**0.126**	**0.055**

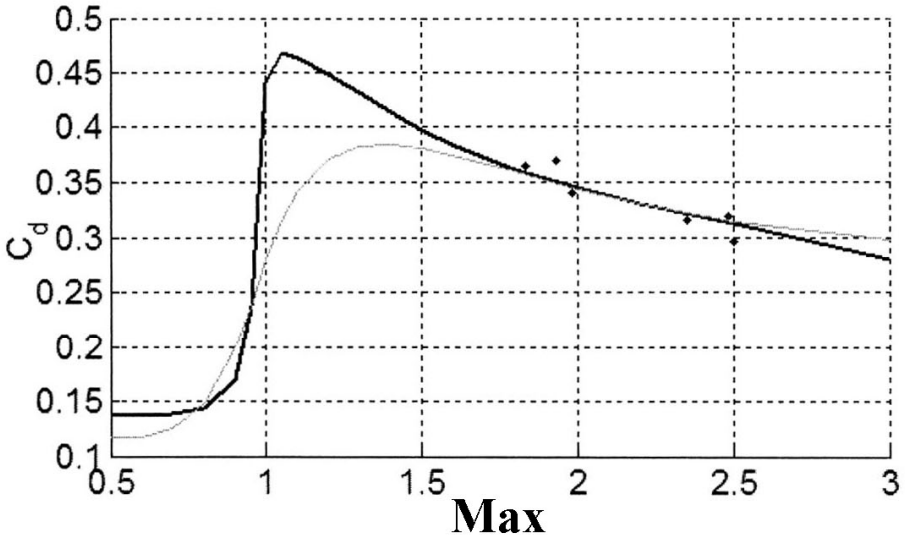
110-грановая 25 калибра Hornady Interbond



Размеры сняты с Lot# 2070200

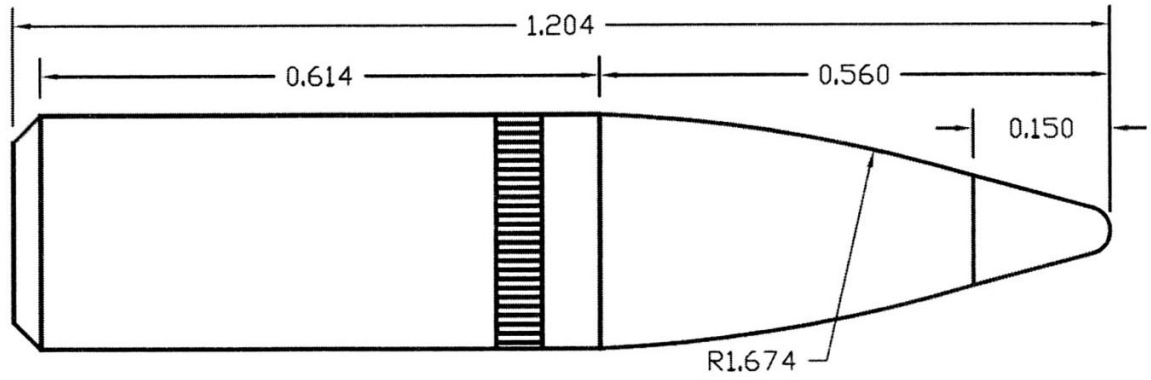
Размер Выборки:	**3**	**Радиус Оживала:**	**6.48 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.238 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.87**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.443	1.206	0.197	0.671	0.355
2000 / 1.79	0.373	1.191	0.200	0.599	0.397
2500 / 2.23	0.327	1.151	0.207	0.578	0.412
3000 / 2.68	0.294	1.129	0.211	0.553	0.430
Средние:		**1.169**	**0.204**	**0.600**	**0.398**
Вариации:		**0.077**	**0.014**	**0.117**	**0.075**

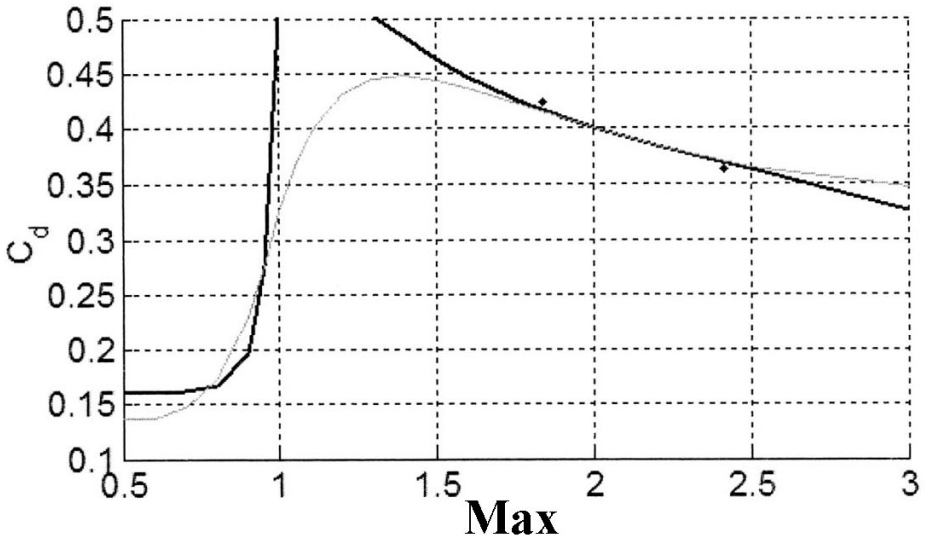
117-грановая 25 калибра Hornady SST



Размеры сняты с Lot# 2070719

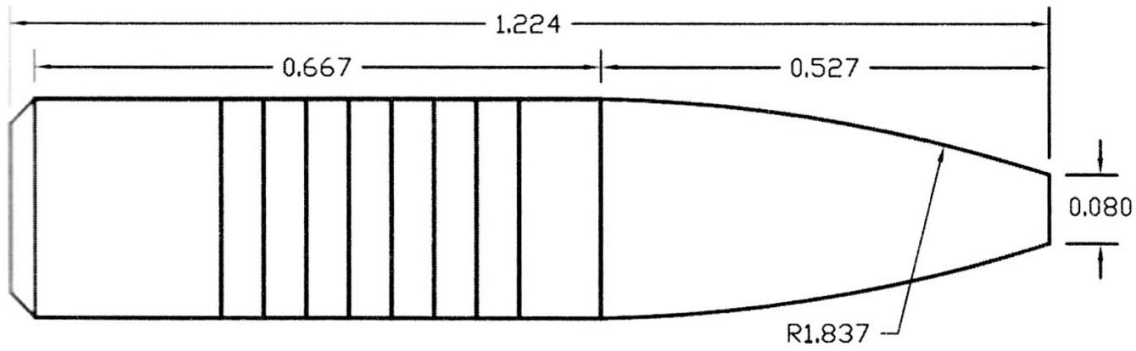
Размер Выборки: 1	**Радиус Оживала:** 6.51 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.253 lb/in^2	**Rt/R:** 0.70

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.508	1.384	0.183	0.769	0.329
2000 / 1.79	0.431	1.376	0.184	0.692	0.366
2500 / 2.23	0.380	1.336	0.189	0.671	0.377
3000 / 2.68	0.342	1.316	0.192	0.645	0.392
Средние:		**1.353**	**0.187**	**0.694**	**0.366**
Вариации:		**0.068**	**0.009**	**0.124**	**0.063**

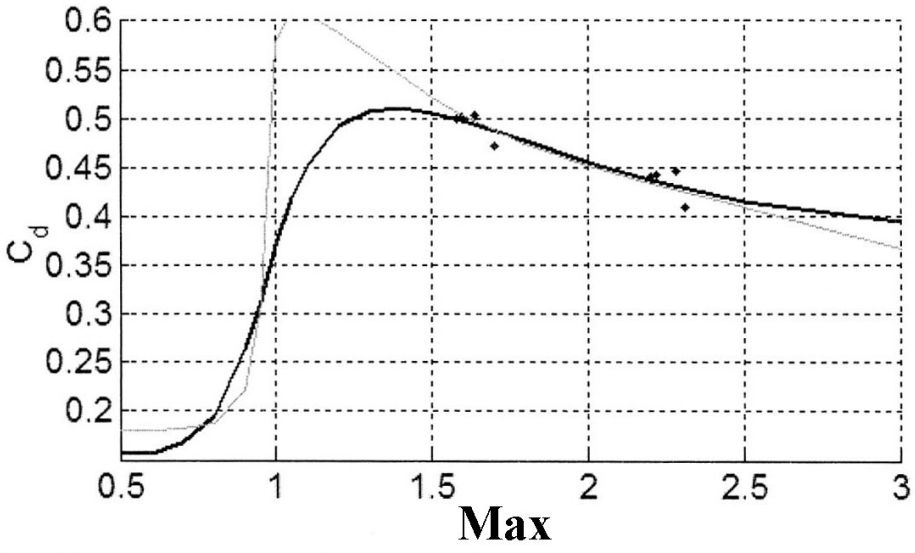
115-грановая 25 калибра Barnes TTSX FB



Lot# неизвестен

Размер Выборки:	**4**	**Радиус Оживала:**	**7.15 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.249 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.89**

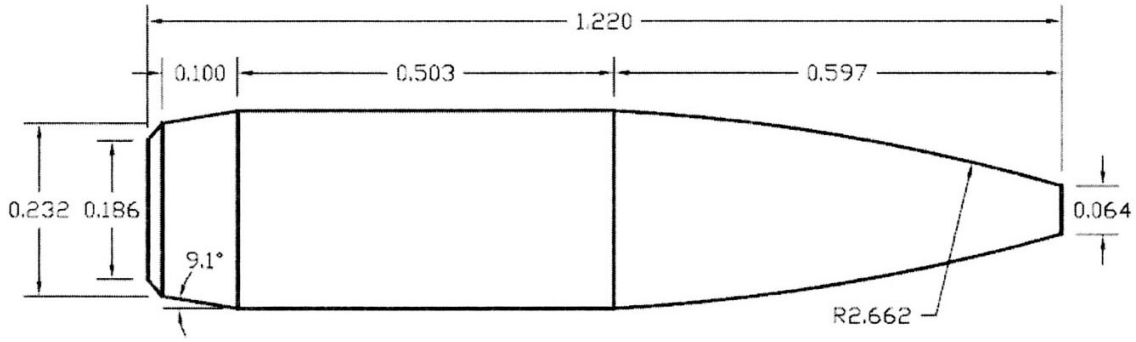
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.534	1.453	0.171	0.808	0.308
2000 / 1.79	0.476	1.519	0.164	0.765	0.325
2500 / 2.23	0.436	1.534	0.162	0.770	0.323
3000 / 2.68	0.406	1.561	0.159	0.765	0.325
Средние:		**1.517**	**0.164**	**0.777**	**0.320**
Вариации:		**0.107**	**0.012**	**0.043**	**0.017**

.264 Калибр (6.5 мм)

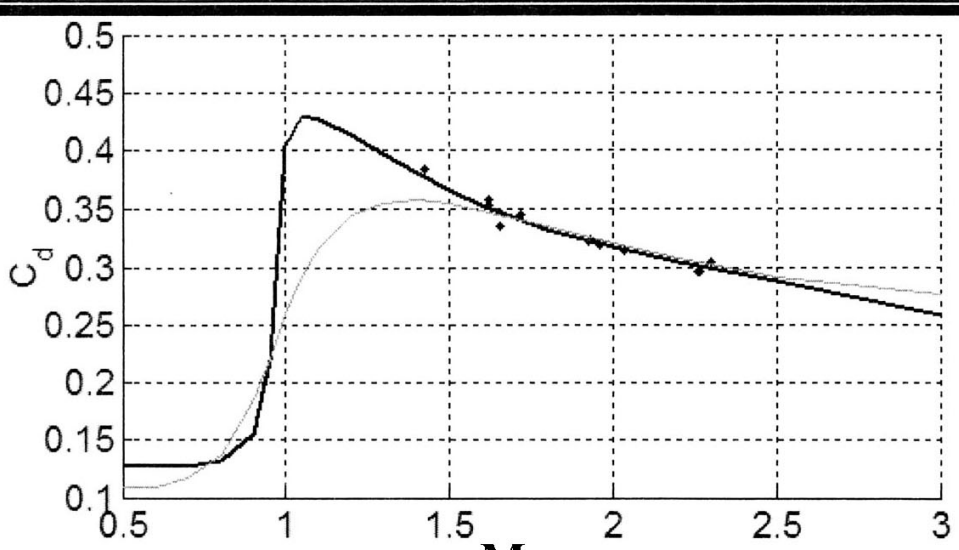
120-грановая .264 калибра Berger BT



Размеры сняты с Lot# 1048

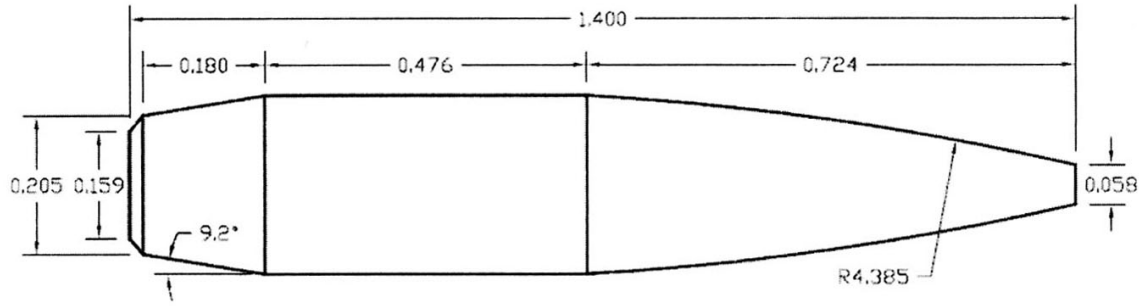
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**10.1 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.246 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.73**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.387	1.053	0.234	0.586	0.420
2000 / 1.79	0.336	1.072	0.230	0.539	0.456
2500 / 2.23	0.301	1.059	0.232	0.532	0.462
3000 / 2.68	0.275	1.059	0.232	0.519	0.474
Средние:		**1.061**	**0.232**	**0.544**	**0.453**
Вариации:		**0.018**	**0.004**	**0.066**	**0.054**

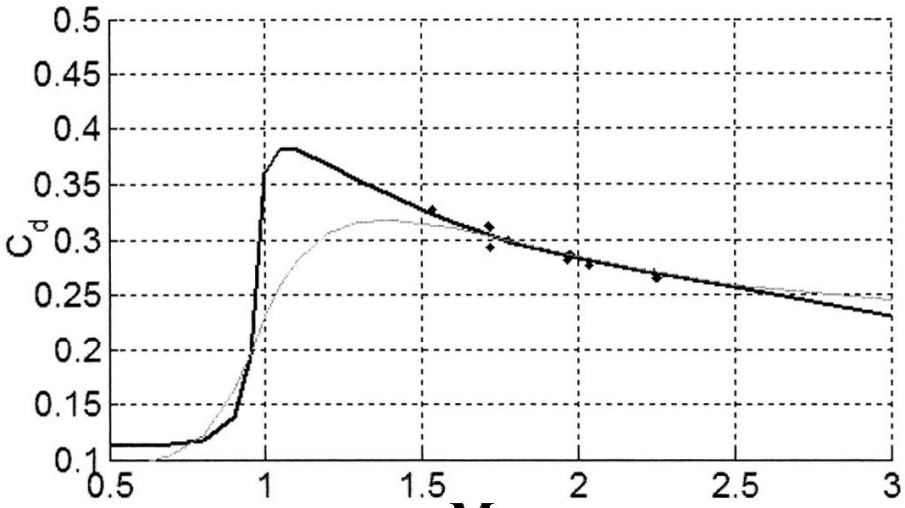
130-грановая .264 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#1232

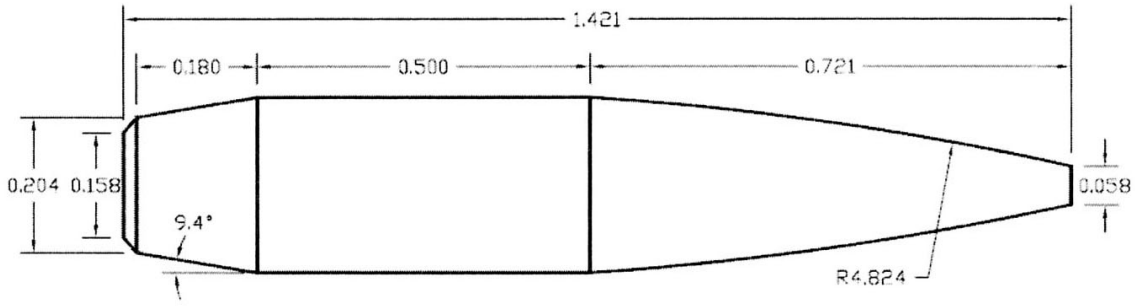
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**18.32 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.266 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.58**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.349	0.950	0.281	0.528	0.505
2000 / 1.79	0.300	0.957	0.279	0.481	0.554
2500 / 2.23	0.267	0.938	0.284	0.471	0.565
3000 / 2.68	0.243	0.933	0.286	0.457	0.583
Средние:		**0.944**	**0.282**	**0.485**	**0.552**
Вариации:		**0.024**	**0.007**	**0.071**	**0.078**

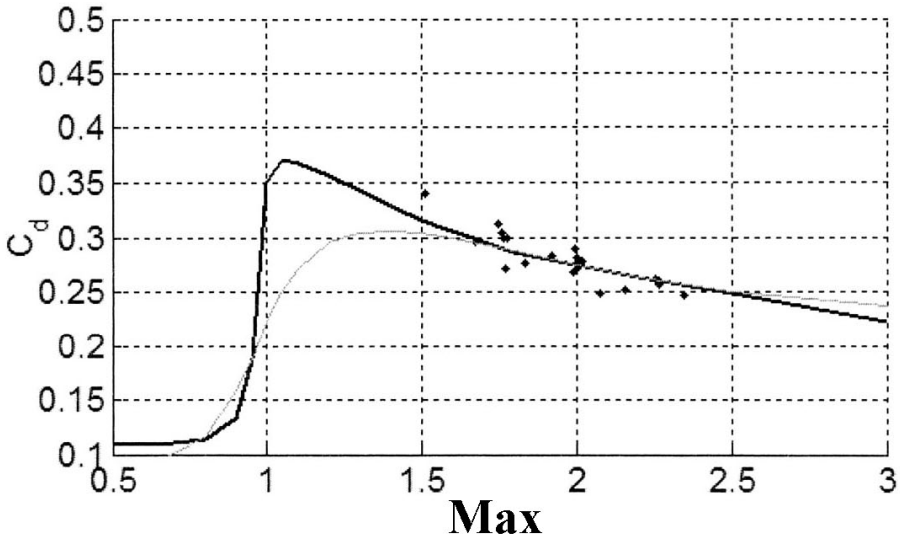
140-грановая .264 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#1169

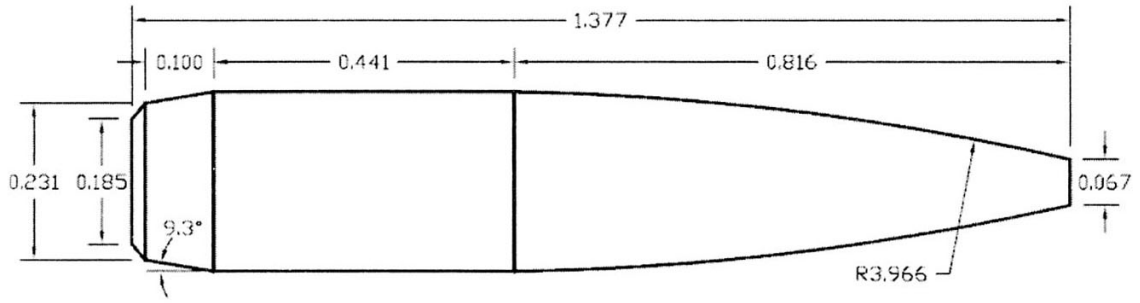
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**18.27 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.287 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.57**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.346	0.944	0.304	0.524	0.547
2000 / 1.79	0.293	0.934	0.307	0.470	0.610
2500 / 2.23	0.257	0.904	0.317	0.454	0.632
3000 / 2.68	0.231	0.889	0.323	0.436	0.659
Средние:		**0.918**	**0.313**	**0.471**	**0.612**
Вариации:		**0.055**	**0.019**	**0.089**	**0.112**

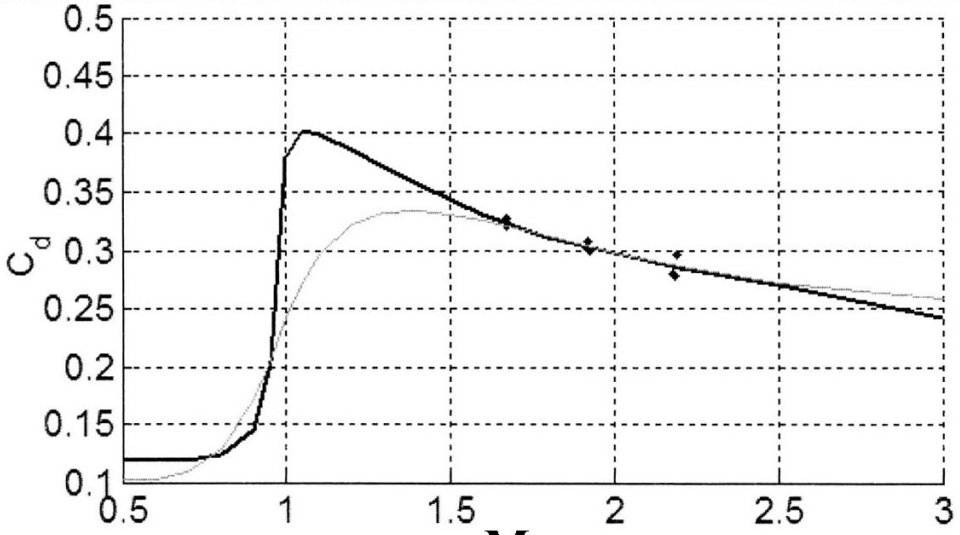
140-грановая .264 калибра Berger short BT



Размеры сняты с Lot#1538

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**15.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.287 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.87**

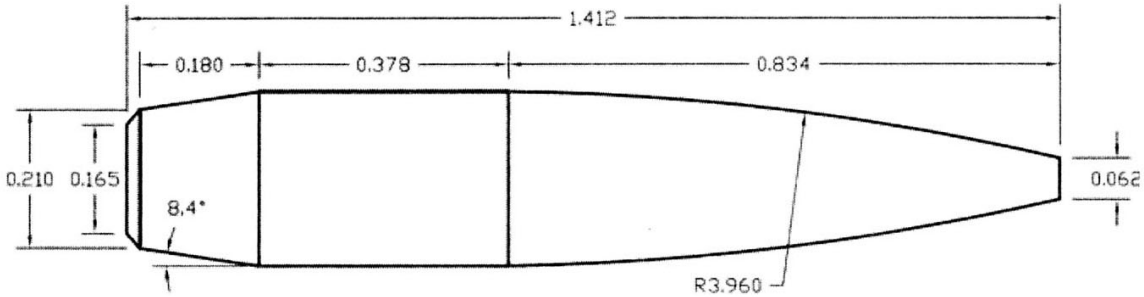
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.362	0.987	0.291	0.548	0.523
2000 / 1.79	0.314	1.003	0.286	0.505	0.569
2500 / 2.23	0.282	0.990	0.290	0.498	0.577
3000 / 2.68	0.257	0.990	0.290	0.485	0.592
Средние:		**0.992**	**0.289**	**0.509**	**0.565**
Вариации:		**0.016**	**0.005**	**0.063**	**0.068**

Эта пуля была прототипом, так и не пошедшим в производство.

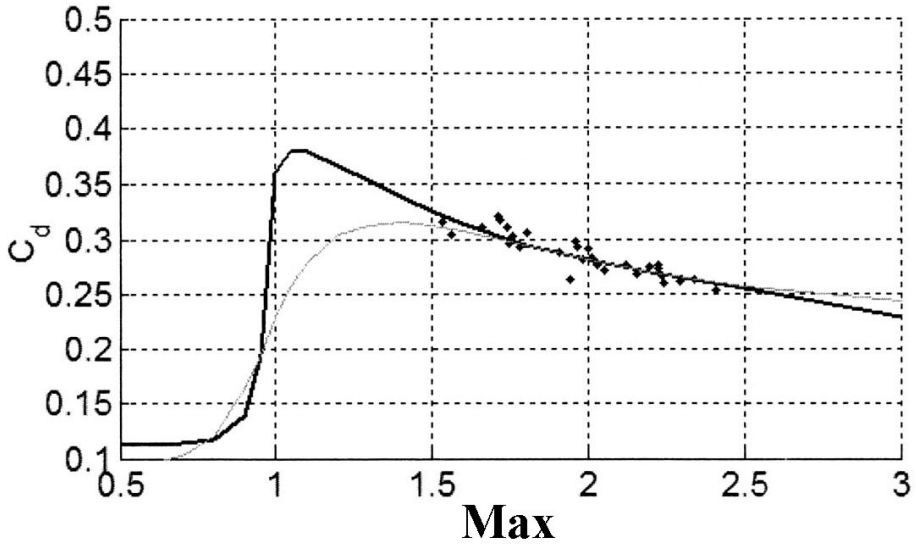
140-грановая .264 калибра Berger Long Range BT



Размеры сняты с Lot#1537

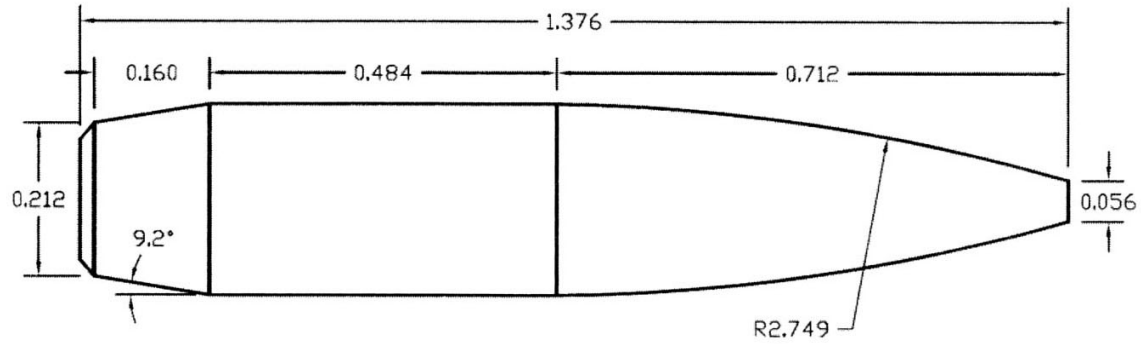
Размер Выборки:	**20**	**Радиус Оживала:**	**15.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.287 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.90**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.341	0.929	0.309	0.516	0.556
2000 / 1.79	0.299	0.954	0.301	0.480	0.598
2500 / 2.23	0.270	0.949	0.302	0.477	0.602
3000 / 2.68	0.248	0.954	0.301	0.468	0.614
Средние:		**0.946**	**0.303**	**0.485**	**0.592**
Вариации:		**0.025**	**0.008**	**0.049**	**0.058**

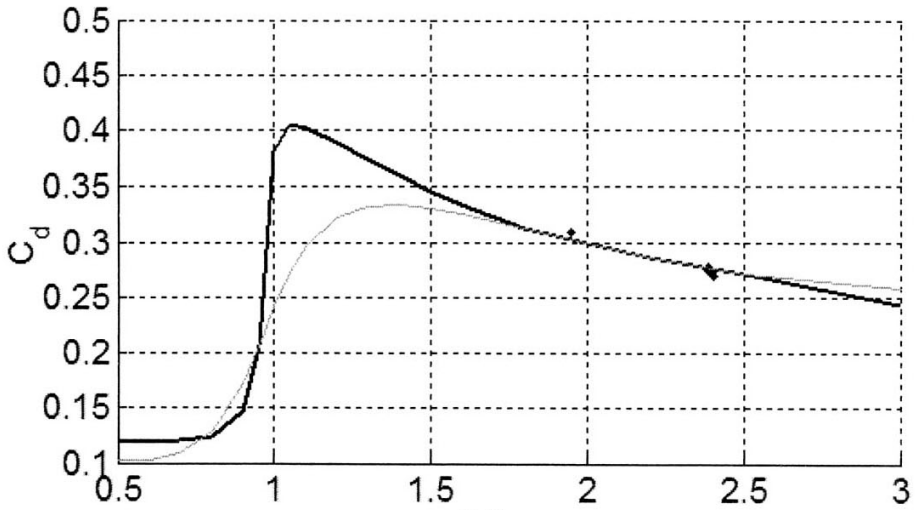
140-грановая .264 калибра Berger BT



Размеры сняты с Lot#1230

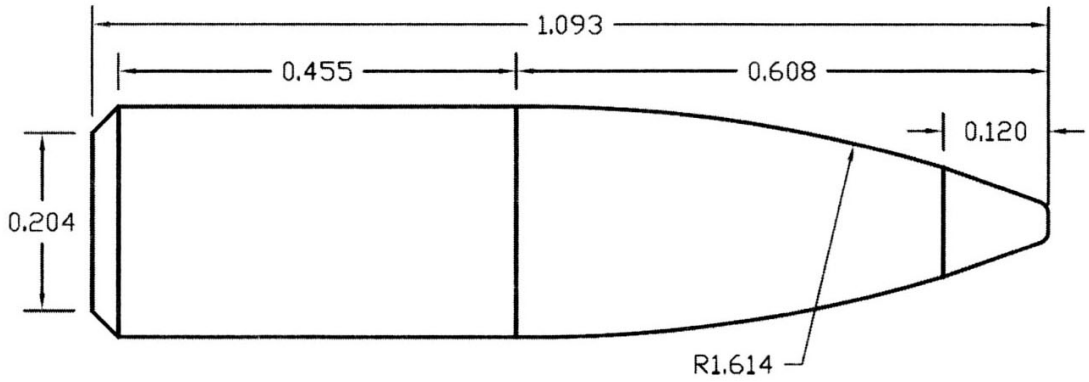
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**10.41 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.287 lb/in^2**	**Rt/R:**	**1.0**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.362	0.987	0.291	0.548	0.523
2000 / 1.79	0.317	1.011	0.284	0.509	0.564
2500 / 2.23	0.285	1.004	0.286	0.504	0.569
3000 / 2.68	0.262	1.009	0.285	0.494	0.580
Средние:		**1.002**	**0.286**	**0.514**	**0.559**
Вариации:		**0.024**	**0.007**	**0.054**	**0.057**

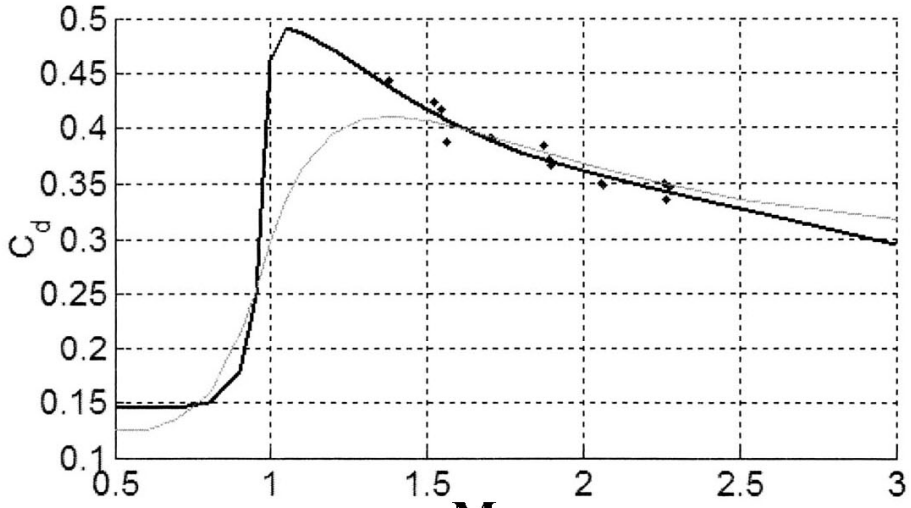
120-грановая .264 калибра Sierra Pro Hunter



Размеры сняты с Lot#0039536739595

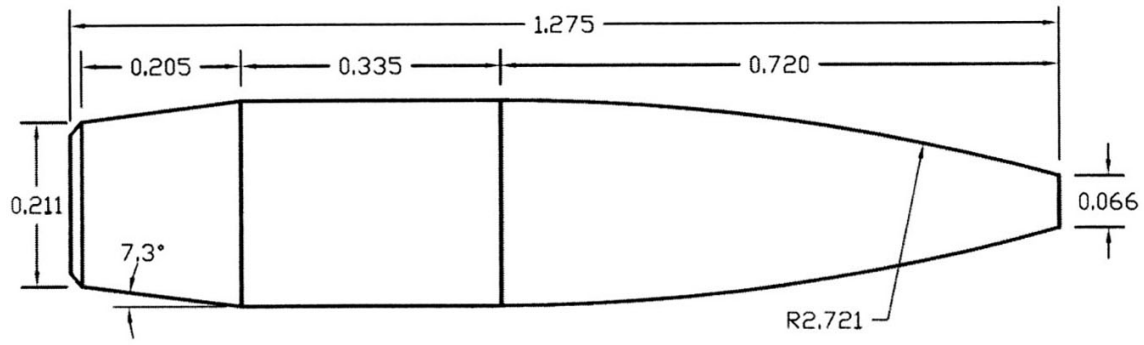
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.63 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.246 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.443	1.207	0.204	0.671	0.367
2000 / 1.79	0.383	1.222	0.201	0.615	0.400
2500 / 2.23	0.342	1.202	0.205	0.604	0.407
3000 / 2.68	0.312	1.198	0.205	0.587	0.419
Средние:		**1.207**	**0.204**	**0.619**	**0.398**
Вариации:		**0.023**	**0.004**	**0.083**	**0.052**

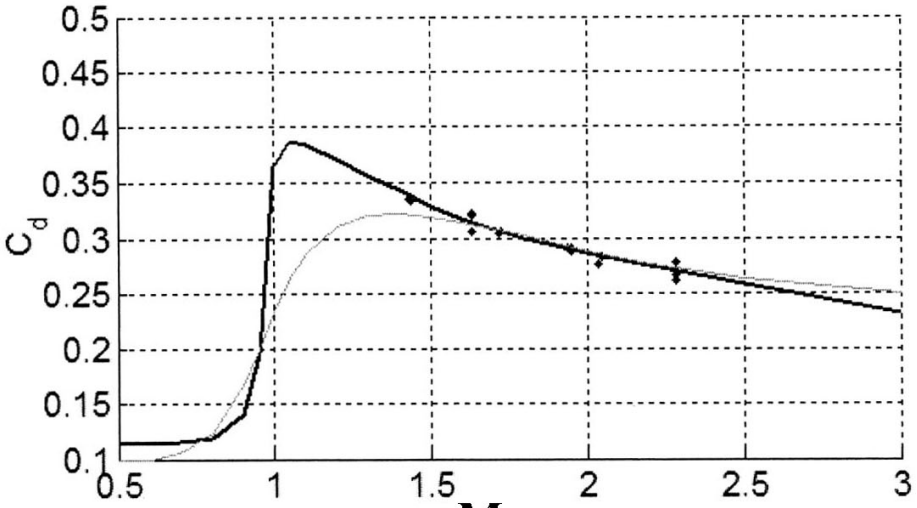
107-грановая .264 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#0041262744816

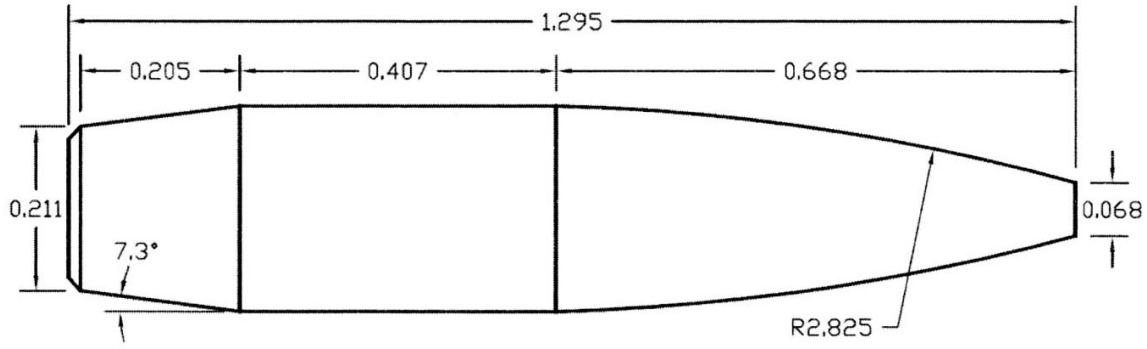
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**10.3 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.219 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.96**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.349	0.949	0.231	0.528	0.416
2000 / 1.79	0.302	0.964	0.228	0.485	0.452
2500 / 2.23	0.270	0.951	0.231	0.478	0.459
3000 / 2.68	0.247	0.950	0.231	0.466	0.471
Средние:		**0.954**	**0.230**	**0.489**	**0.450**
Вариации:		**0.015**	**0.004**	**0.062**	**0.055**

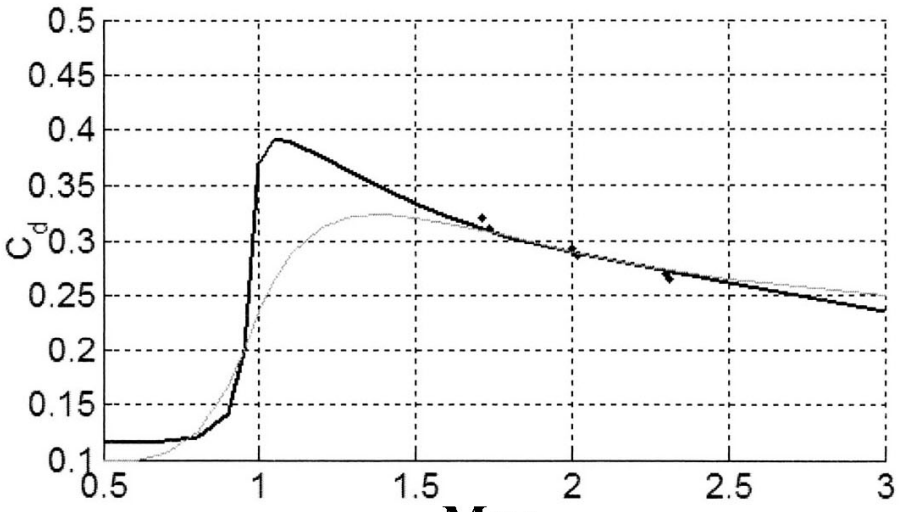
123-грановая .264 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#0038865256296

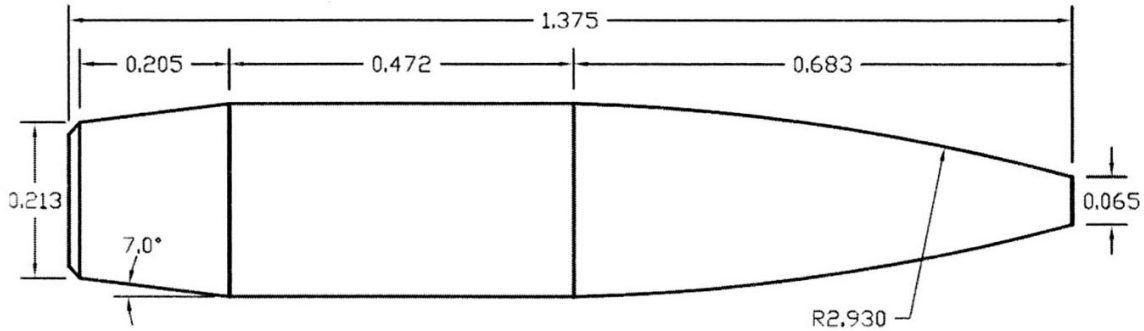
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**10.7 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.252 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.85**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.365	0.995	0.253	0.553	0.456
2000 / 1.79	0.309	0.987	0.255	0.497	0.508
2500 / 2.23	0.272	0.957	0.264	0.481	0.525
3000 / 2.68	0.245	0.942	0.268	0.462	0.546
Средние:		**0.970**	**0.260**	**0.498**	**0.509**
Вариации:		**0.054**	**0.014**	**0.092**	**0.090**

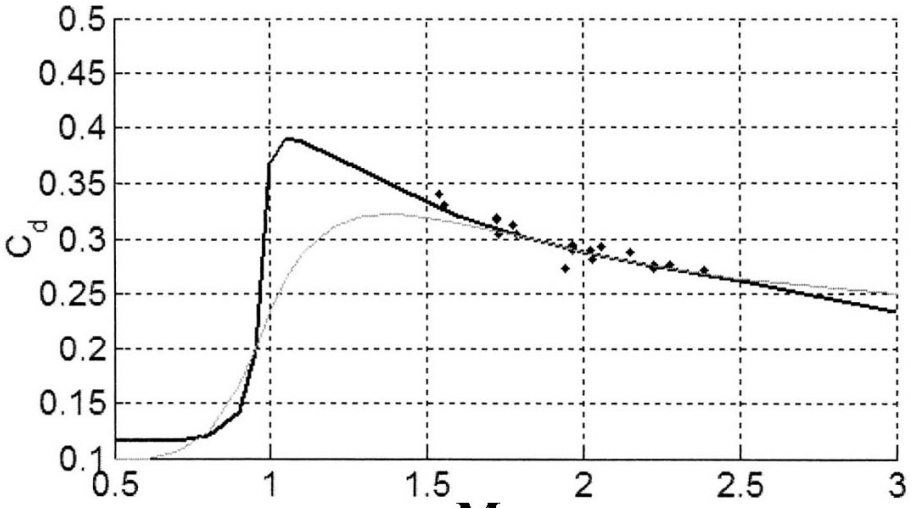
142-грановая .264 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#0039855964848

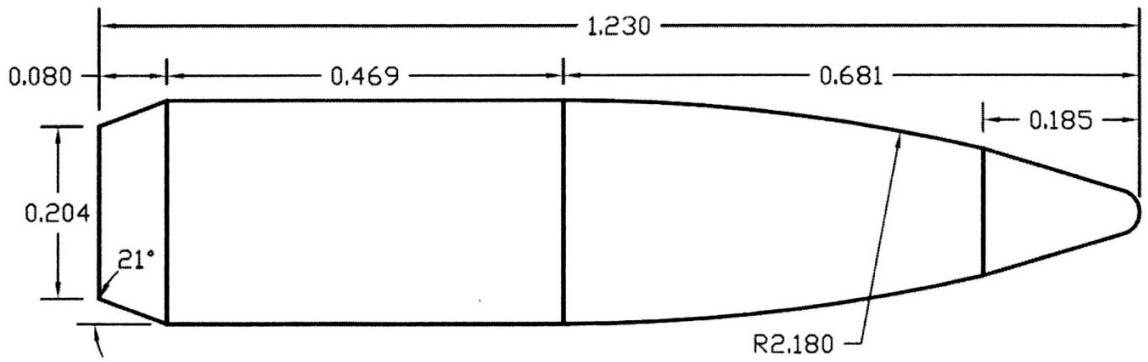
Размер Выборки: 10	**Радиус Оживала: 11.1 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.291 lb/in^2	**Rt/R: 0.84**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.354	0.963	0.302	0.535	0.544
2000 / 1.79	0.307	0.978	0.298	0.492	0.591
2500 / 2.23	0.275	0.966	0.301	0.485	0.600
3000 / 2.68	0.251	0.965	0.302	0.473	0.615
Средние:		**0.968**	**0.301**	**0.496**	**0.588**
Вариации:		**0.015**	**0.005**	**0.062**	**0.072**

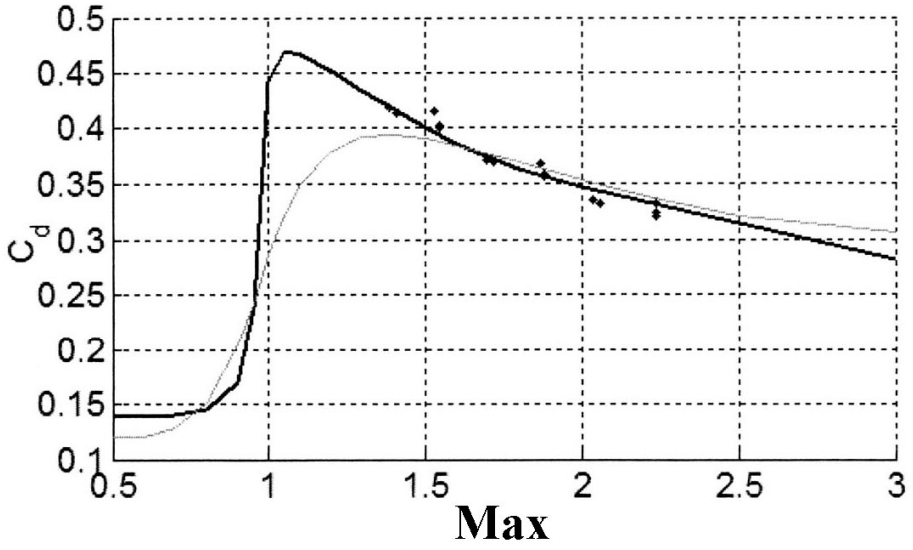
120-грановая .264 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты с Lot#BE13F7-2

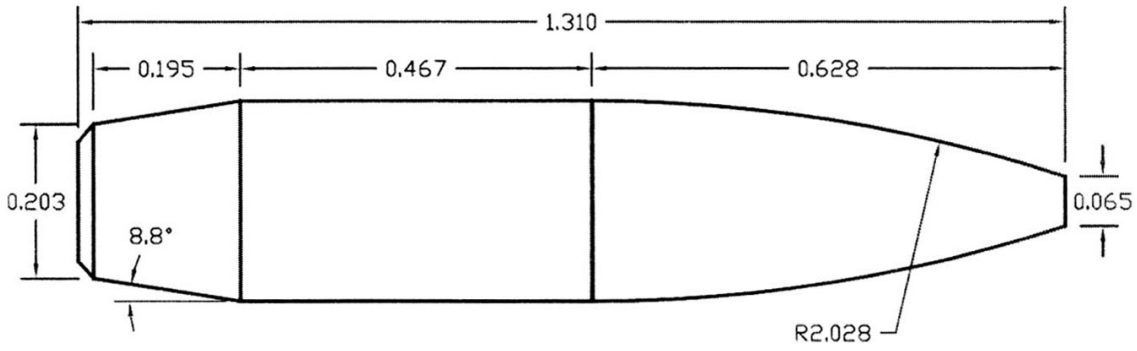
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**8.26 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.246 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.435	1.186	0.207	0.659	0.373
2000 / 1.79	0.367	1.172	0.210	0.590	0.417
2500 / 2.23	0.322	1.133	0.217	0.569	0.432
3000 / 2.68	0.289	1.113	0.221	0.546	0.451
Средние:		**1.151**	**0.214**	**0.591**	**0.418**
Вариации:		**0.073**	**0.014**	**0.113**	**0.078**

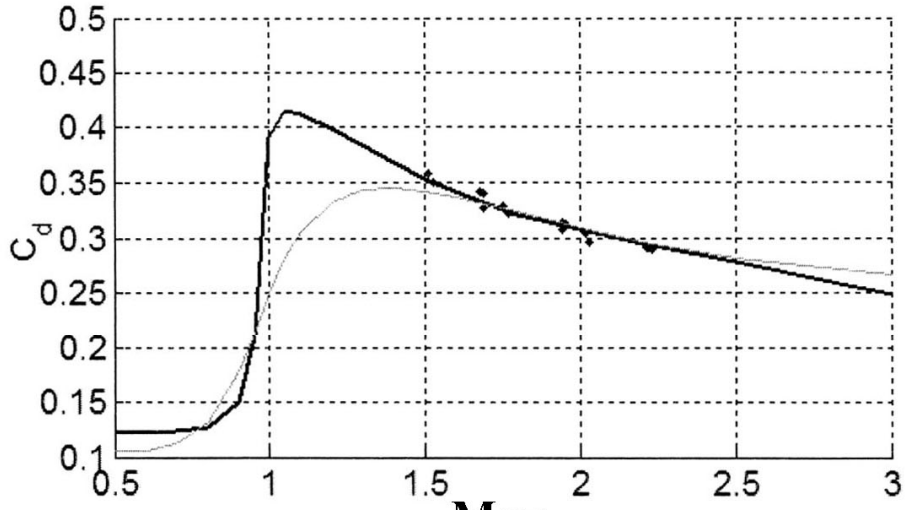
140-грановая .264 калибра Nosler Custom Competition



Размеры сняты с Lot#KE08F12-1

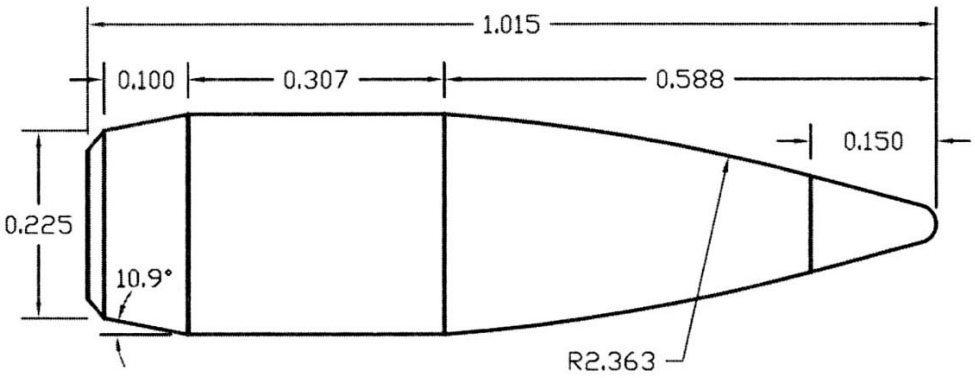
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.68 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.287 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mach	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.381	1.038	0.276	0.577	0.497
2000 / 1.79	0.325	1.037	0.277	0.522	0.550
2500 / 2.23	0.287	1.011	0.284	0.508	0.565
3000 / 2.68	0.260	0.999	0.287	0.490	0.586
Средние:		**1.021**	**0.281**	**0.524**	**0.549**
Вариации:		**0.039**	**0.011**	**0.087**	**0.089**

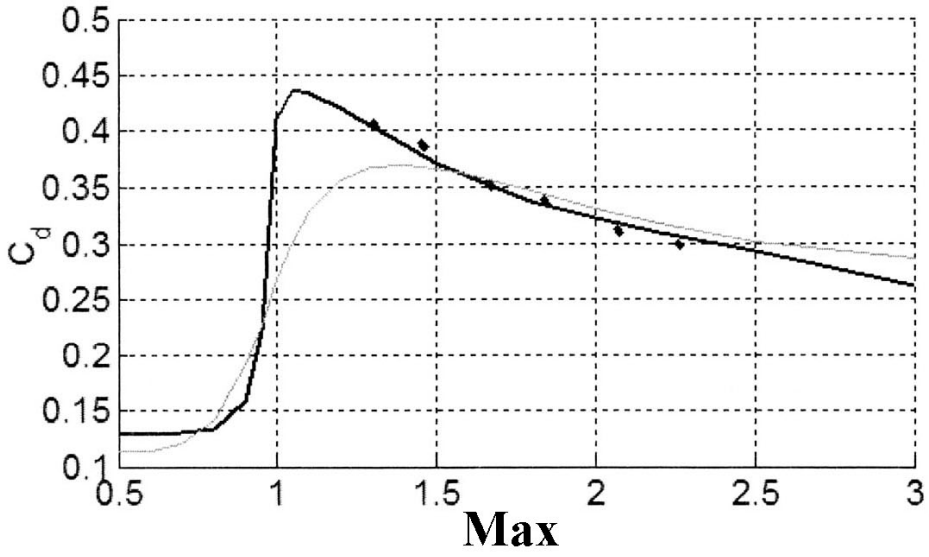
95-грановая .264 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты с Lot#2070928

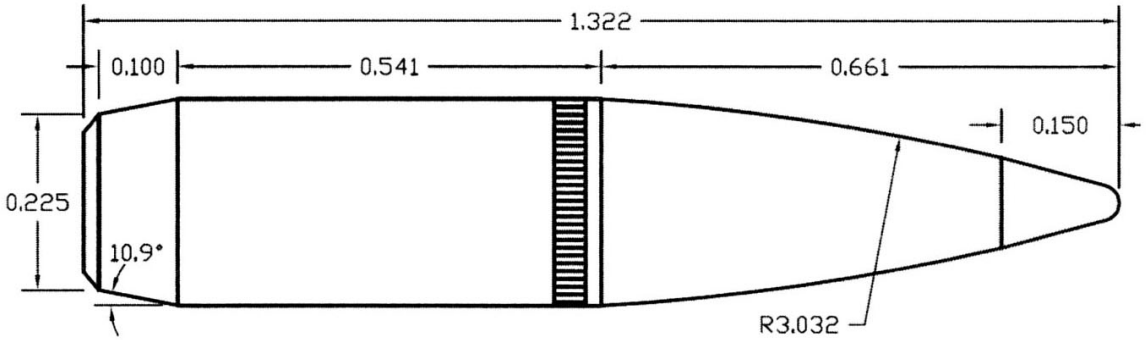
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**8.95 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.195 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.64**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mach	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.405	1.102	0.177	0.613	0.318
2000 / 1.79	0.341	1.089	0.179	0.548	0.355
2500 / 2.23	0.299	1.052	0.185	0.528	0.369
3000 / 2.68	0.268	1.032	0.189	0.506	0.385
Средние:		**1.069**	**0.182**	**0.549**	**0.357**
Вариации:		**0.070**	**0.012**	**0.107**	**0.067**

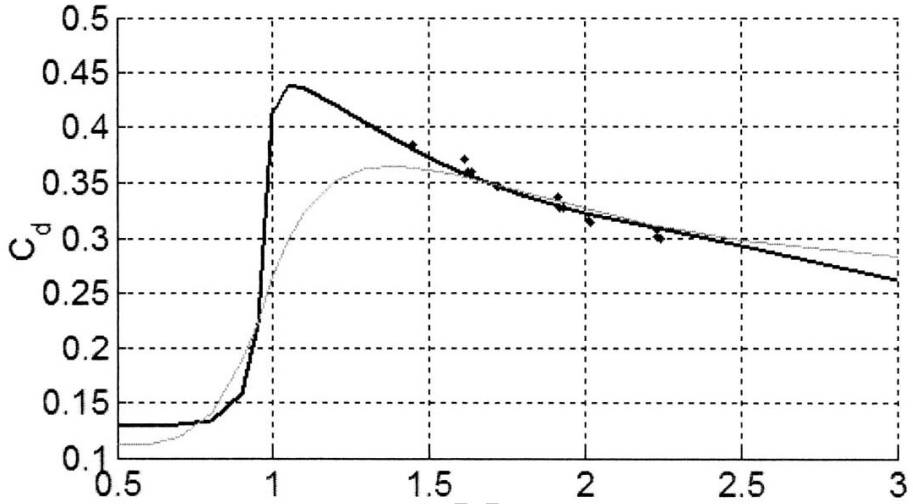
129-грановая .264 калибра Hornady SST



Размеры сняты с Lot#2070526

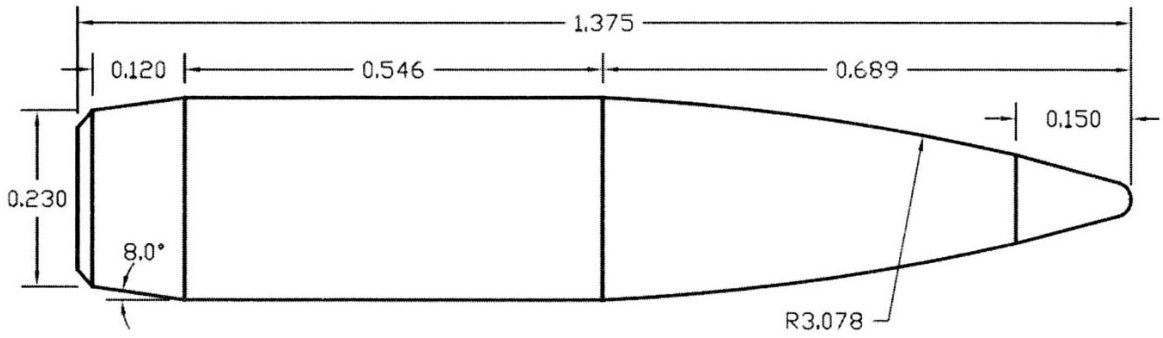
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 11.49 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.264 lb/in^2	**Rt/R:** 0.67

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.406	1.105	0.239	0.614	0.430
2000 / 1.79	0.342	1.092	0.242	0.550	0.481
2500 / 2.23	0.300	1.056	0.250	0.530	0.499
3000 / 2.68	0.269	1.037	0.255	0.508	0.520
Средние:		**1.072**	**0.247**	**0.551**	**0.483**
Вариации:		**0.069**	**0.016**	**0.106**	**0.090**

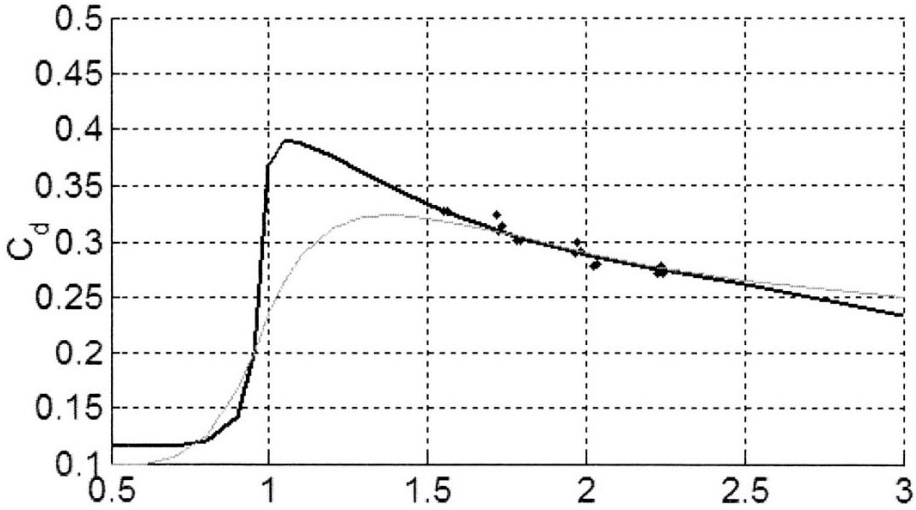
140-грановая .264 калибра Hornady Amax



Размеры сняты с Lot#2080069

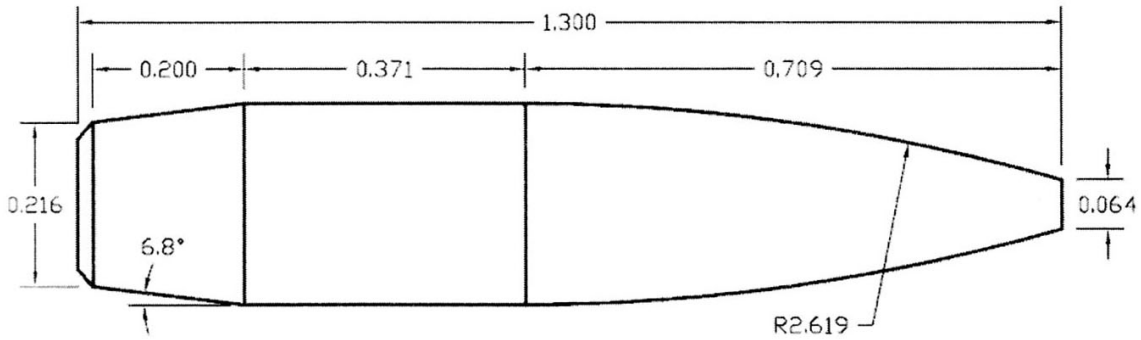
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**11.66 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.287 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.72**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.361	0.984	0.292	0.547	0.525
2000 / 1.79	0.306	0.978	0.293	0.492	0.583
2500 / 2.23	0.270	0.949	0.302	0.477	0.602
3000 / 2.68	0.243	0.935	0.307	0.458	0.626
Средние:		**0.961**	**0.299**	**0.493**	**0.584**
Вариации:		**0.049**	**0.015**	**0.089**	**0.102**

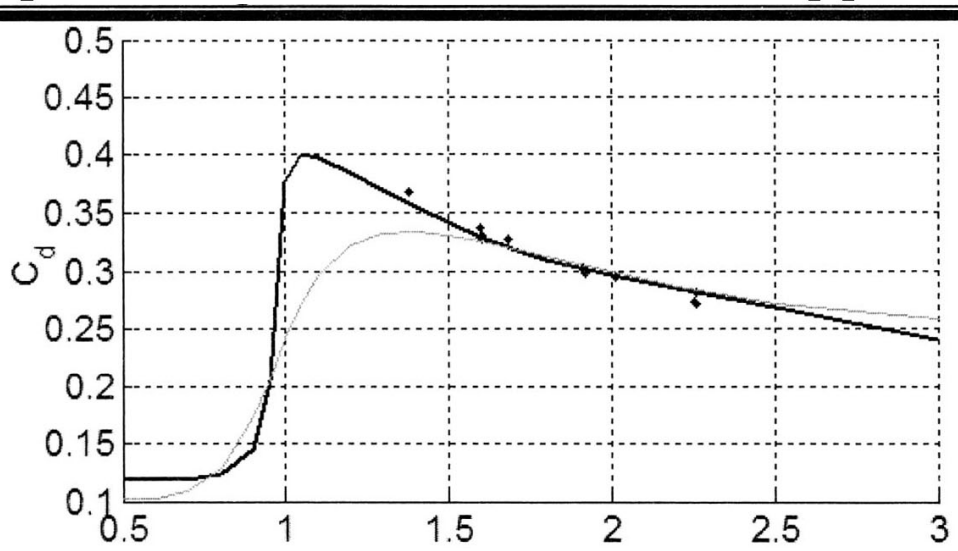
108-грановая .264 калибра Lapua Scenar



Размеры сняты с Lot#4PL6020

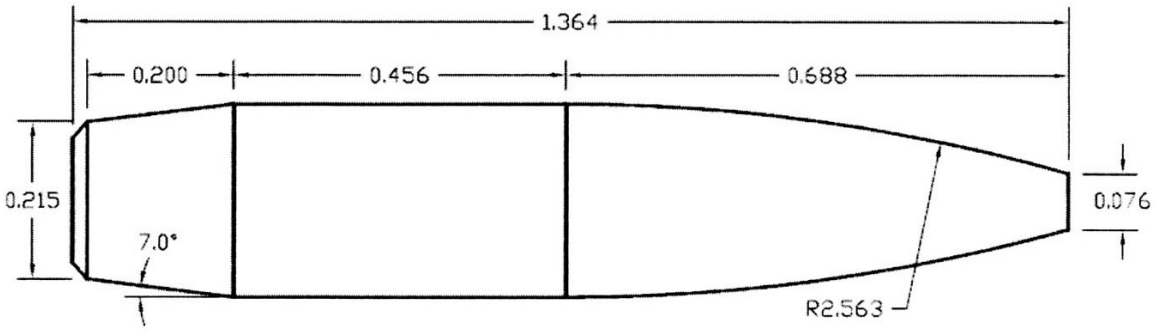
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.9 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.221 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.0**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.368	1.002	0.221	0.557	0.398
2000 / 1.79	0.314	1.000	0.221	0.503	0.440
2500 / 2.23	0.277	0.974	0.227	0.490	0.452
3000 / 2.68	0.250	0.963	0.230	0.472	0.469
Средние:		**0.985**	**0.225**	**0.505**	**0.440**
Вариации:		**0.039**	**0.009**	**0.085**	**0.072**

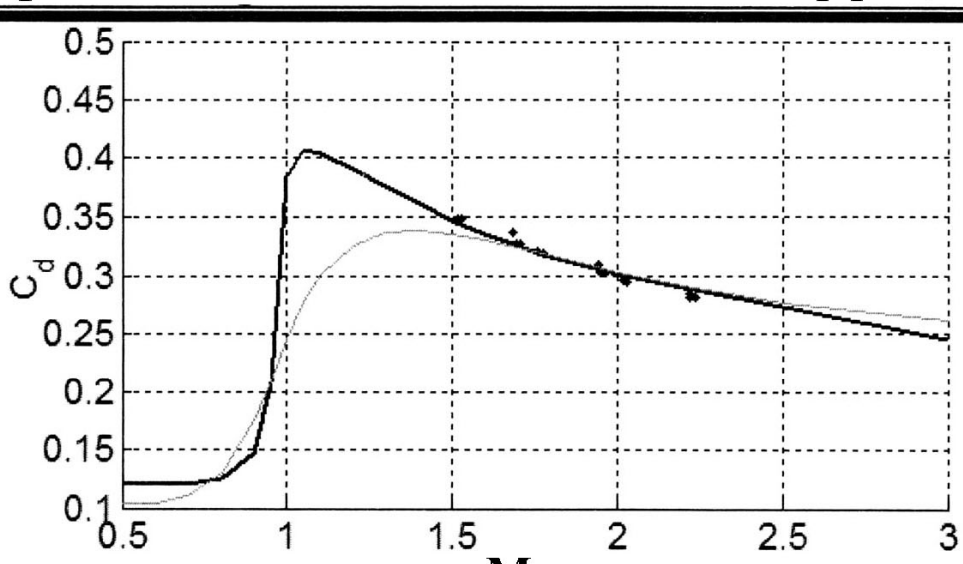
139-грановая .264 калибра Lapua Scenar



Размеры сняты для Lot#4PL6018

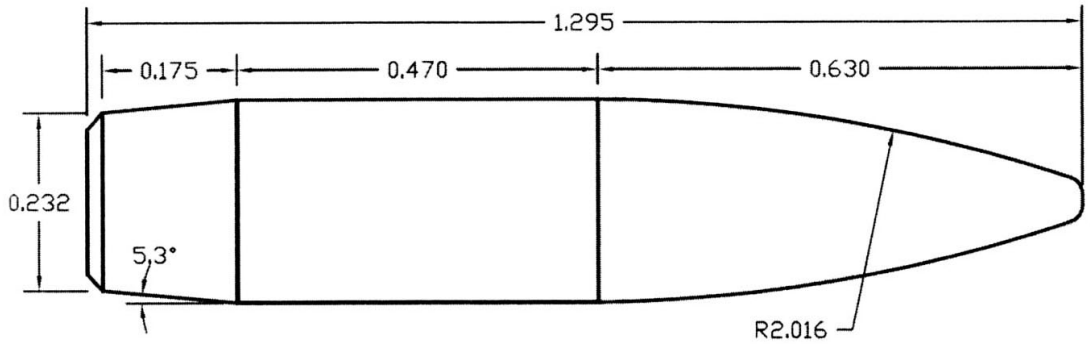
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.7 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.285 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.377	1.027	0.278	0.571	0.499
2000 / 1.79	0.319	1.019	0.280	0.513	0.556
2500 / 2.23	0.281	0.988	0.288	0.496	0.574
3000 / 2.68	0.253	0.973	0.293	0.477	0.598
Средние:		**1.002**	**0.285**	**0.514**	**0.557**
Вариации:		**0.054**	**0.016**	**0.094**	**0.098**

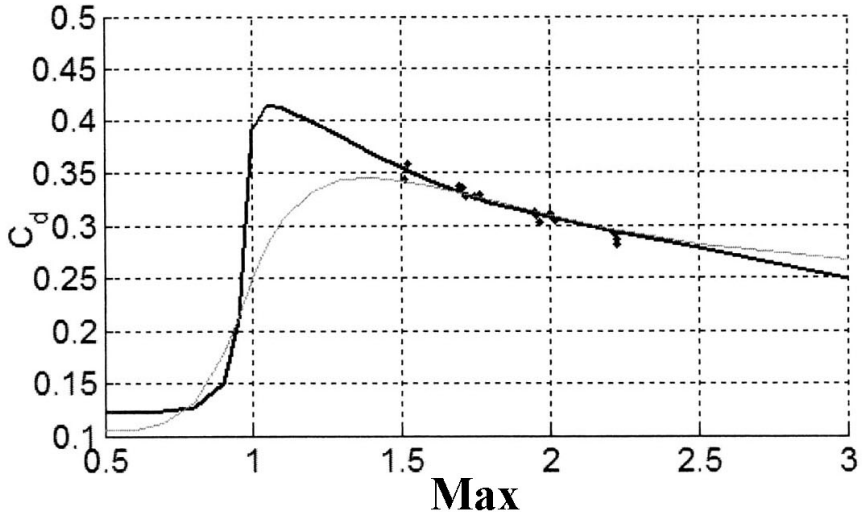
144-грановая .264 калибра Lapua FMJBT



Размеры сняты с Lot#4PL6000

Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала: 7.63 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.295 lb/in²	**Rt/R: 1.00**

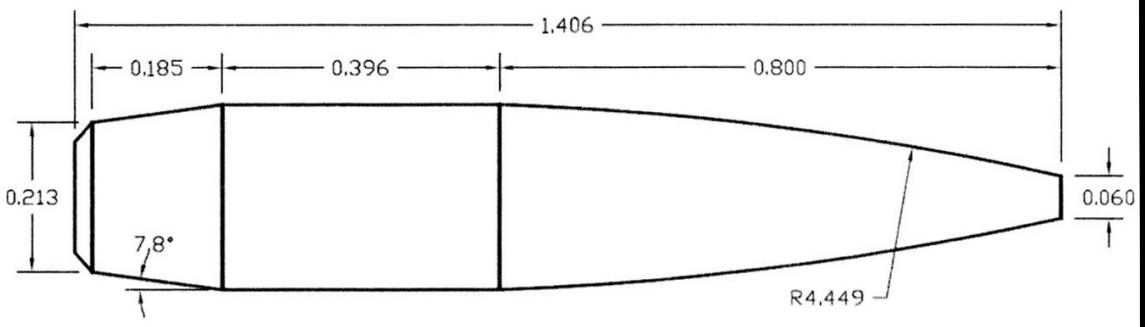
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.379	1.032	0.286	0.574	0.514
2000 / 1.79	0.325	1.037	0.285	0.522	0.566
2500 / 2.23	0.289	1.015	0.291	0.510	0.579
3000 / 2.68	0.262	1.007	0.293	0.494	0.598
Средние:		**1.023**	**0.289**	**0.525**	**0.564**
Вариации:		**0.030**	**0.009**	**0.080**	**0.084**

Оживало этойпули было особенно трудно измерить из-за того, что носик *сливается* с кривой оживала. Также было отмечено, что радиус оживала плавает от ~6.5 калибров у основания до ~8.5 калибров около носика. Было использовано среднее значение радиуса в 7.63 калибра.

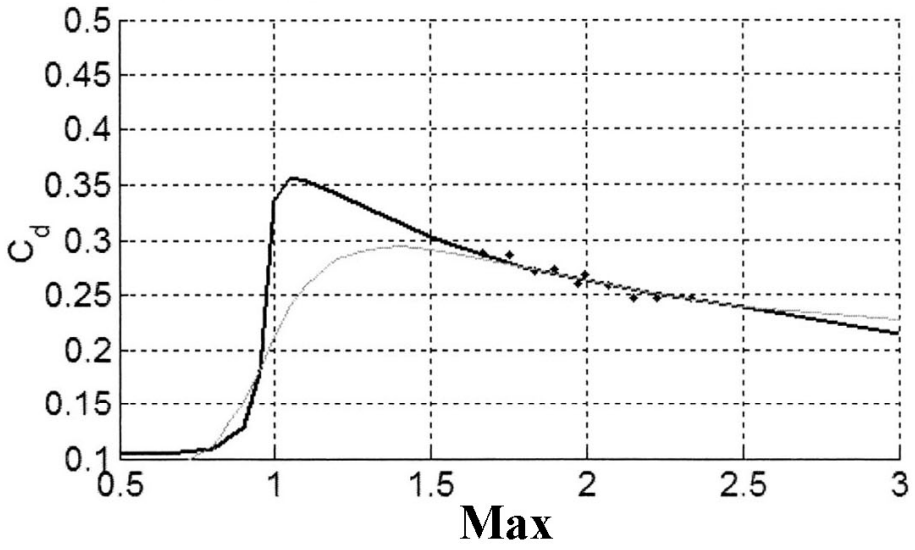
140-грановая .264 калибра JLK VLD



Размеры сняты с Lot#53-1

Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 16.85 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.287 lb/in^2	**Rt/R:** 0.75

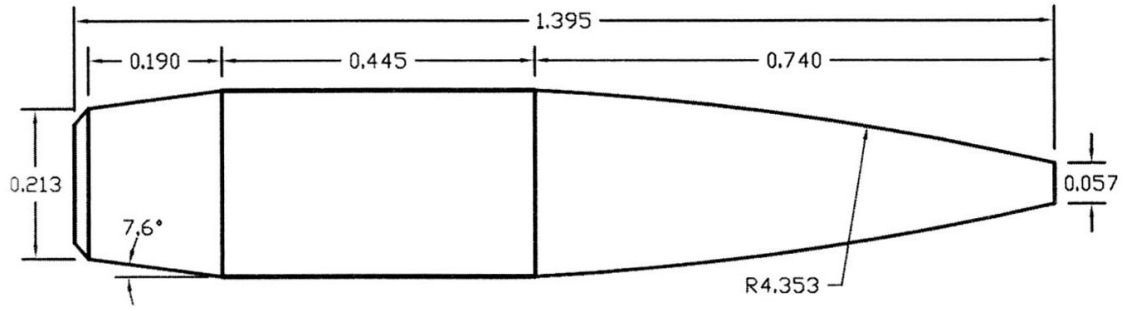
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.332	0.904	0.317	0.503	0.571
2000 / 1.79	0.280	0.894	0.321	0.450	0.638
2500 / 2.23	0.246	0.865	0.332	0.435	0.660
3000 / 2.68	0.221	0.850	0.338	0.417	0.689
Средние:		**0.878**	**0.327**	**0.451**	**0.639**
Вариации:		**0.054**	**0.020**	**0.086**	**0.118**

Из всех протестированных пуль, эта имеет наименьший форм фактор. Также она имеет самый большой БК из всех измеренных 6.5-мм пуль.

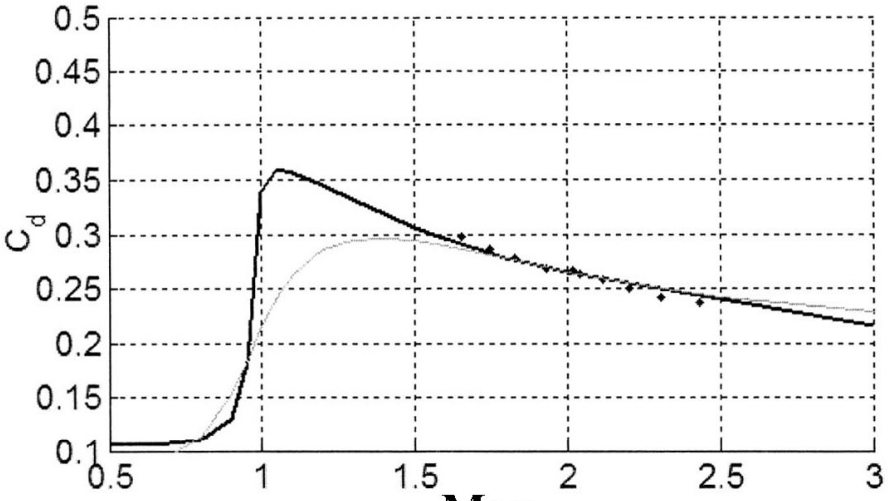
136-грановая .264 калибра Hoover



Lot# неизвестен

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**16.49 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.279 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.50**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент

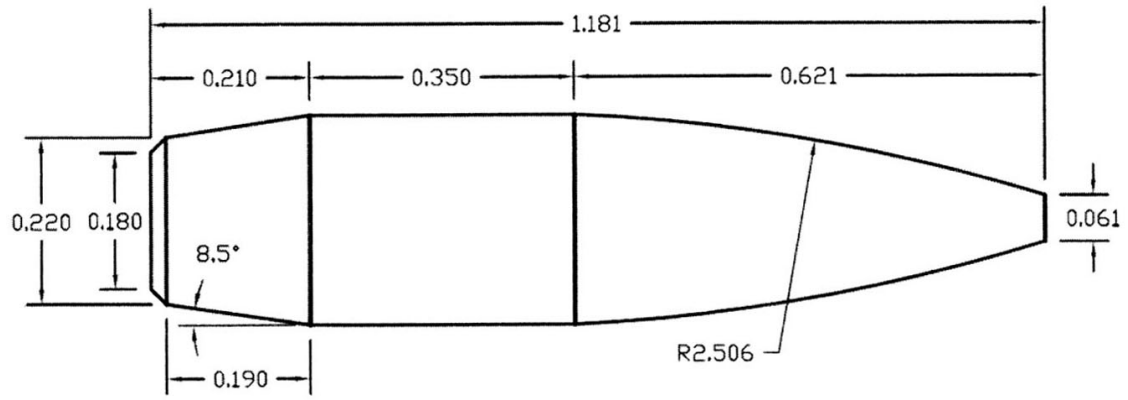


фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.334	0.909	0.307	0.505	0.552
2000 / 1.79	0.283	0.903	0.309	0.455	0.613
2500 / 2.23	0.249	0.877	0.318	0.441	0.633
3000 / 2.68	0.225	0.864	0.323	0.424	0.658
Средние:		**0.888**	**0.314**	**0.456**	**0.614**
Вариации:		**0.044**	**0.016**	**0.081**	**0.106**

Эти пули производит неизвестный мастер в Пенсильвании, и в настоящее время они продаются только через магазин Джона Гувера: *Accuracy One* из Тайрона, Пенсильвания. Только у 140 JLK измеренный форм фактор меньше, чем у этой пули (из всех протестированных).

.270 Калибр (.277″)

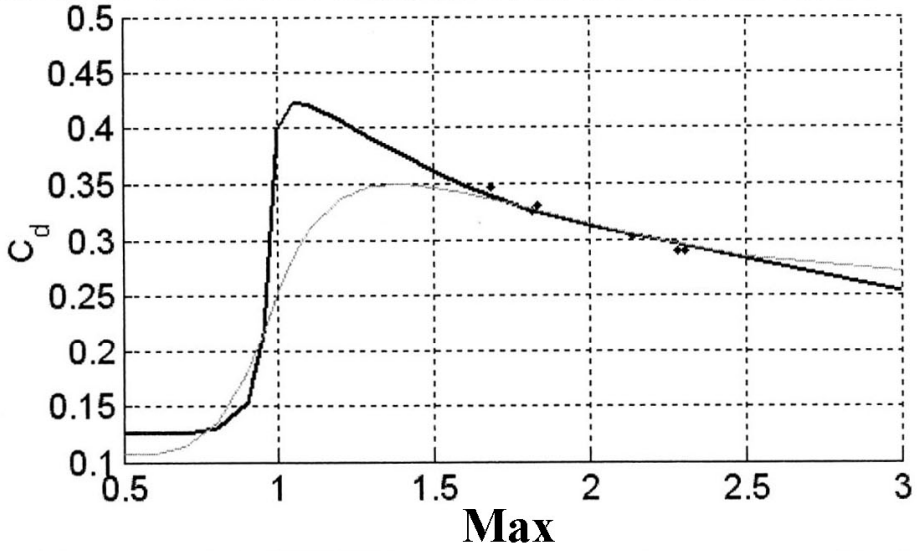
130-грановая 270 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#1194

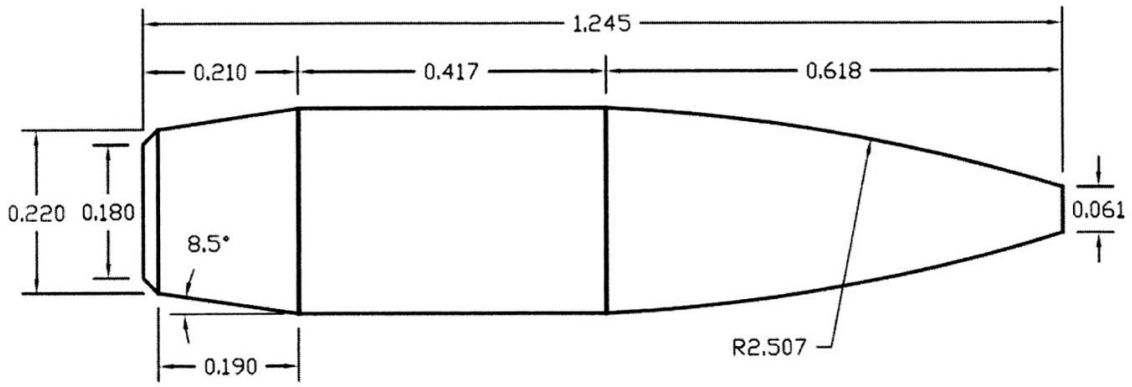
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 9.05 калибры
Поперечная Нагрузка: 0.242 lb/in^2	**Rt/R:** 0.76

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.393	1.070	0.226	0.595	0.407
2000 / 1.79	0.334	1.065	0.227	0.536	0.452
2500 / 2.23	0.294	1.035	0.234	0.520	0.465
3000 / 2.68	0.266	1.021	0.237	0.501	0.483
Средние:		**1.048**	**0.231**	**0.538**	**0.452**
Вариации:		**0.049**	**0.011**	**0.094**	**0.076**

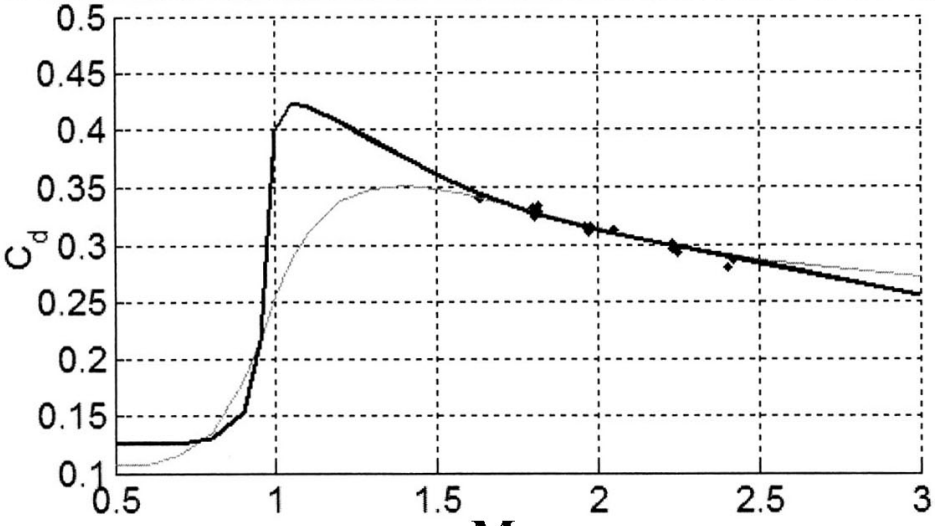
140-грановая 270 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#1256

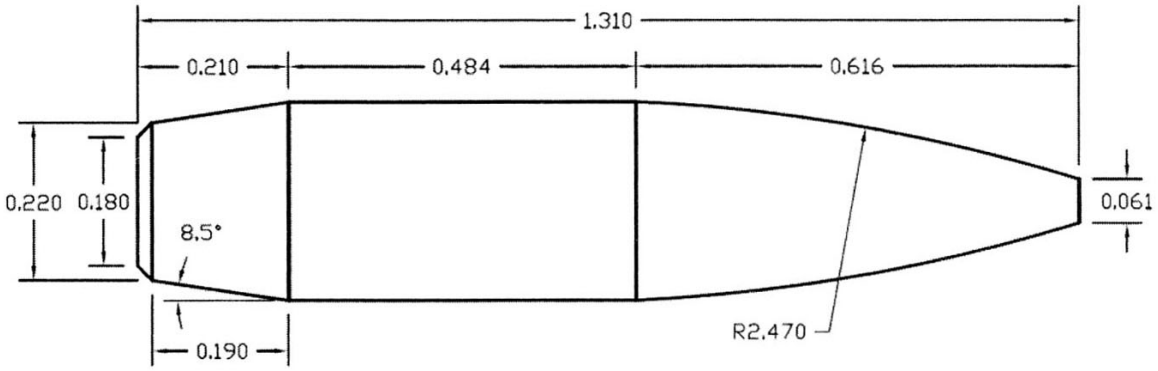
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**9.05 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.261 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.76**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.376	1.025	0.254	0.570	0.458
2000 / 1.79	0.330	1.054	0.247	0.530	0.492
2500 / 2.23	0.298	1.050	0.248	0.527	0.494
3000 / 2.68	0.275	1.057	0.247	0.518	0.503
Средние:		**1.046**	**0.249**	**0.536**	**0.487**
Вариации:		**0.032**	**0.008**	**0.052**	**0.046**

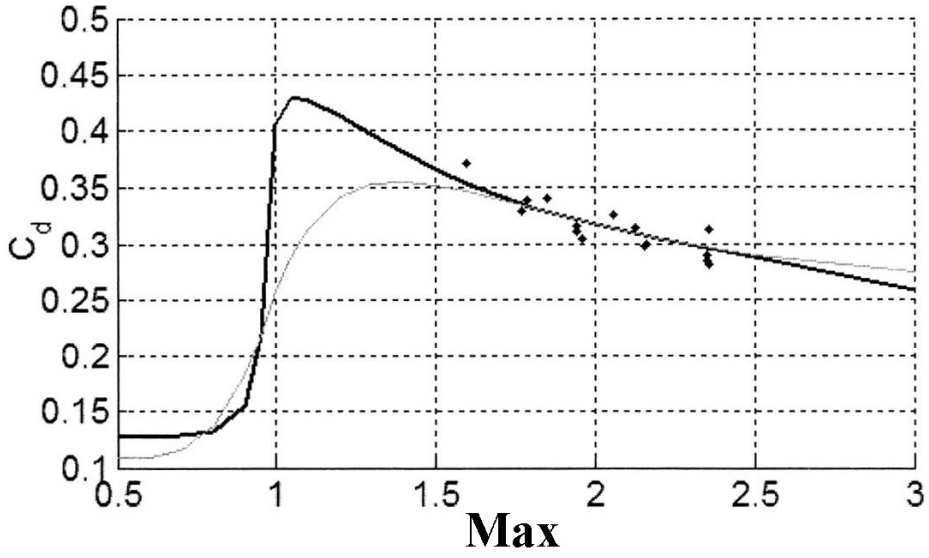
150-грановая 270 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#974

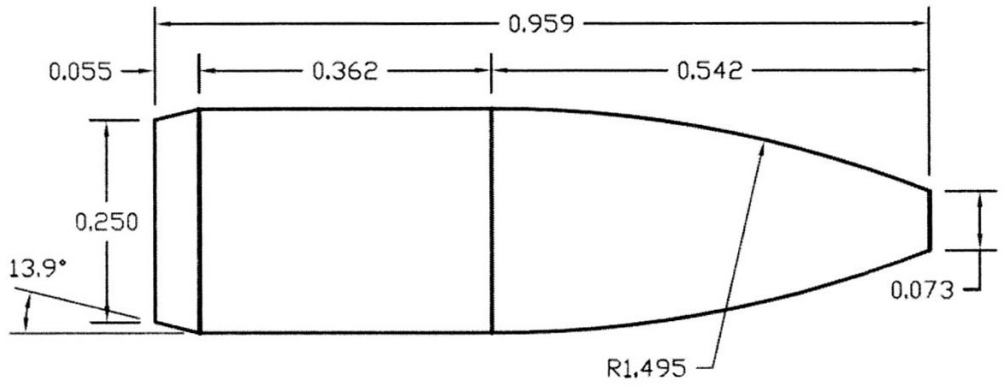
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**8.92 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.279 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.76**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.382	1.039	0.269	0.578	0.484
2000 / 1.79	0.335	1.068	0.261	0.538	0.520
2500 / 2.23	0.303	1.064	0.262	0.535	0.522
3000 / 2.68	0.279	1.071	0.261	0.525	0.532
Средние:		**1.061**	**0.263**	**0.544**	**0.514**
Вариации:		**0.032**	**0.008**	**0.052**	**0.048**

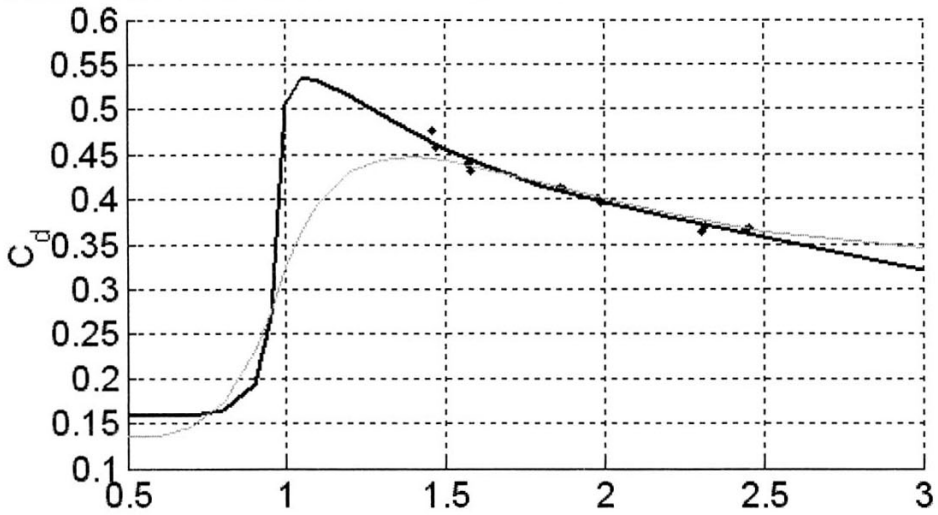
115-грановая 270 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#3949857

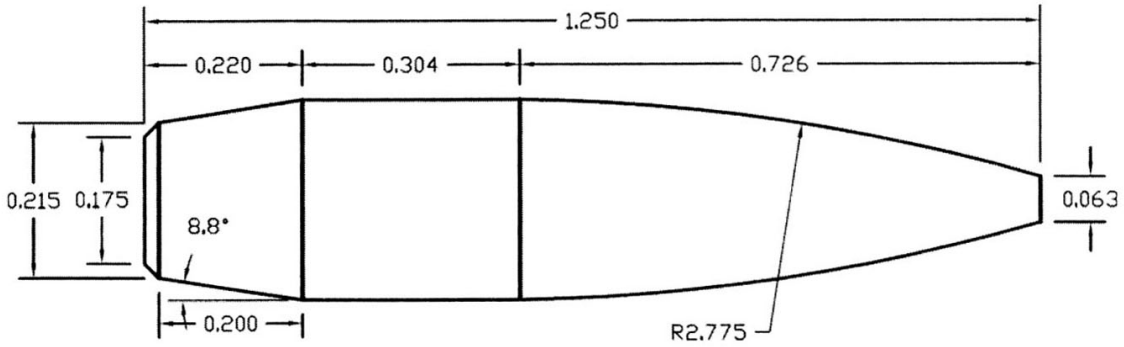
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**5.40 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.214 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mach	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.476	1.297	0.165	0.721	0.297
2000 / 1.79	0.418	1.334	0.161	0.671	0.319
2500 / 2.23	0.378	1.330	0.161	0.668	0.321
3000 / 2.68	0.348	1.339	0.160	0.657	0.326
Средние:		**1.325**	**0.162**	**0.679**	**0.316**
Вариации:		**0.043**	**0.005**	**0.064**	**0.029**

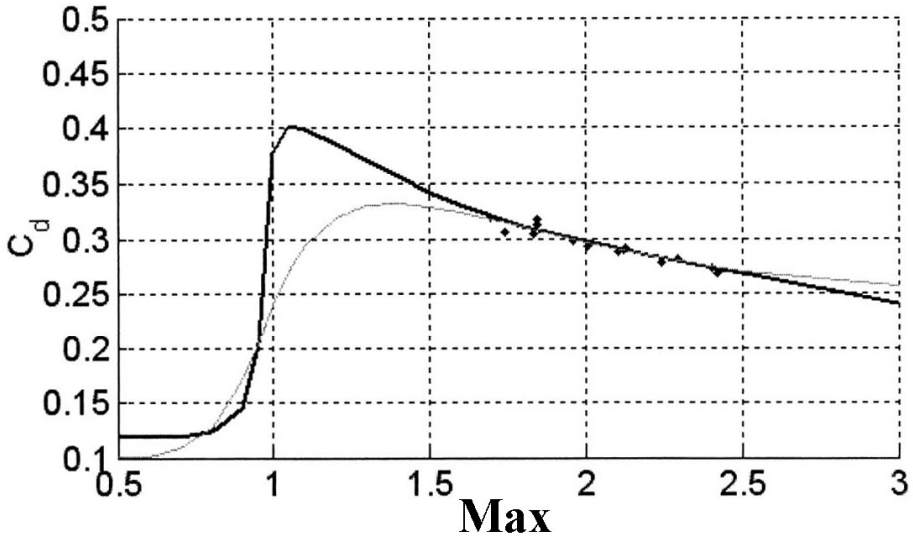
135-грановая 270 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#4029059

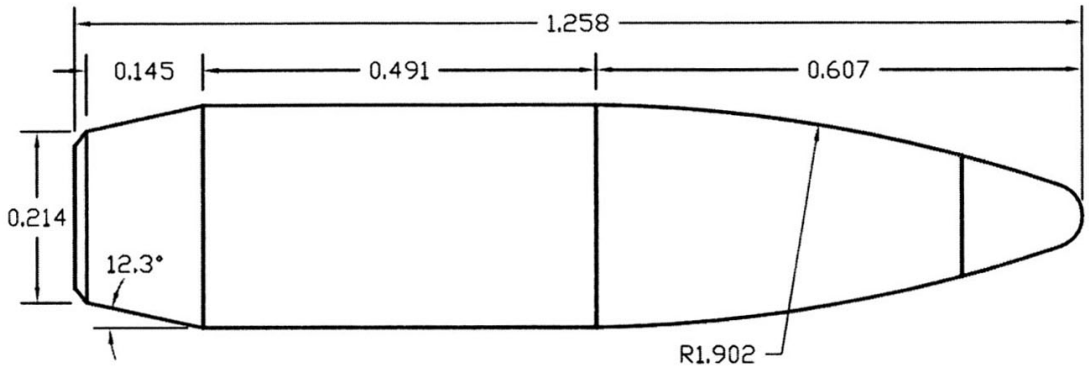
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 10.02 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.251 lb/in^2	**Rt/R:** 0.91

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.359	0.978	0.257	0.544	0.462
2000 / 1.79	0.314	1.000	0.251	0.503	0.499
2500 / 2.23	0.282	0.993	0.253	0.499	0.504
3000 / 2.68	0.259	0.996	0.252	0.488	0.515
Средние:		**0.992**	**0.253**	**0.509**	**0.495**
Вариации:		**0.022**	**0.006**	**0.055**	**0.052**

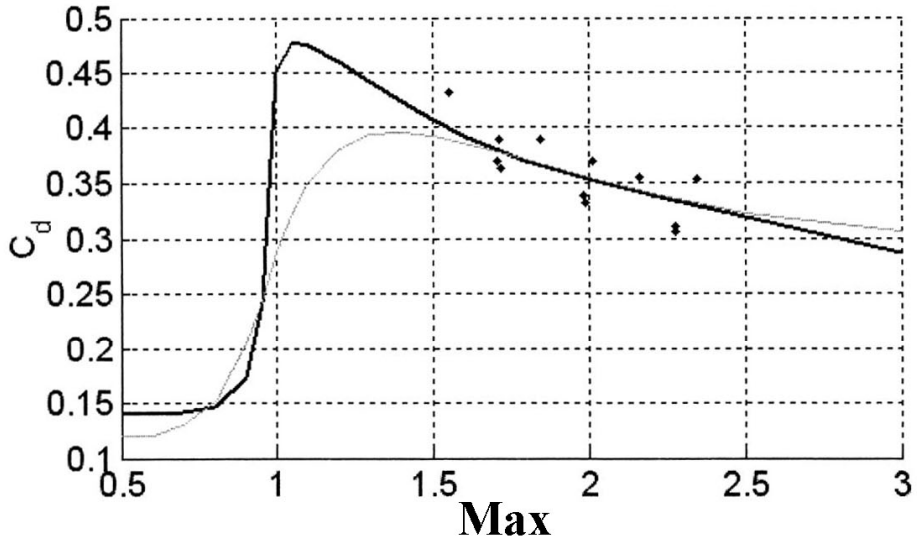
150-грановая 270 калибра Sierra Game King



Размеры сняты с Lot#4032496

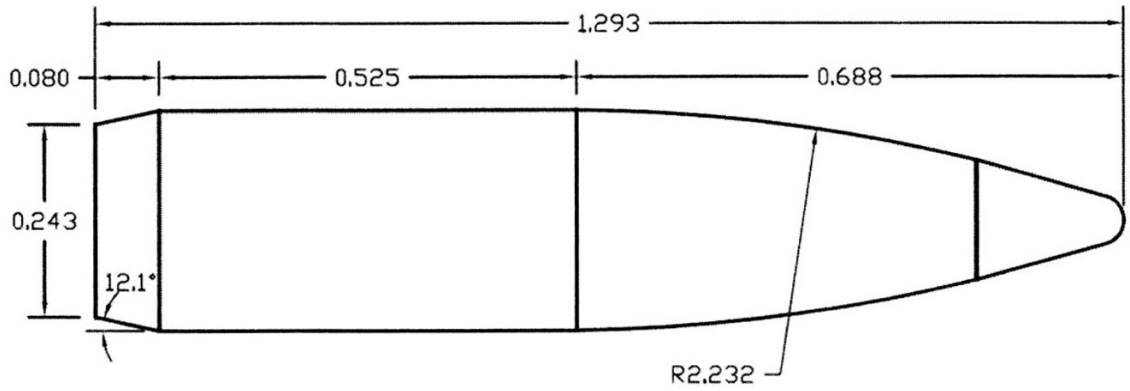
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала: 6.87 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.279 lb/in^2	**Rt/R: 0.92**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.436	1.186	0.235	0.659	0.424
2000 / 1.79	0.375	1.195	0.234	0.601	0.464
2500 / 2.23	0.333	1.172	0.238	0.589	0.474
3000 / 2.68	0.303	1.165	0.240	0.571	0.489
Средние:		**1.180**	**0.237**	**0.605**	**0.463**
Вариации:		**0.030**	**0.006**	**0.088**	**0.065**

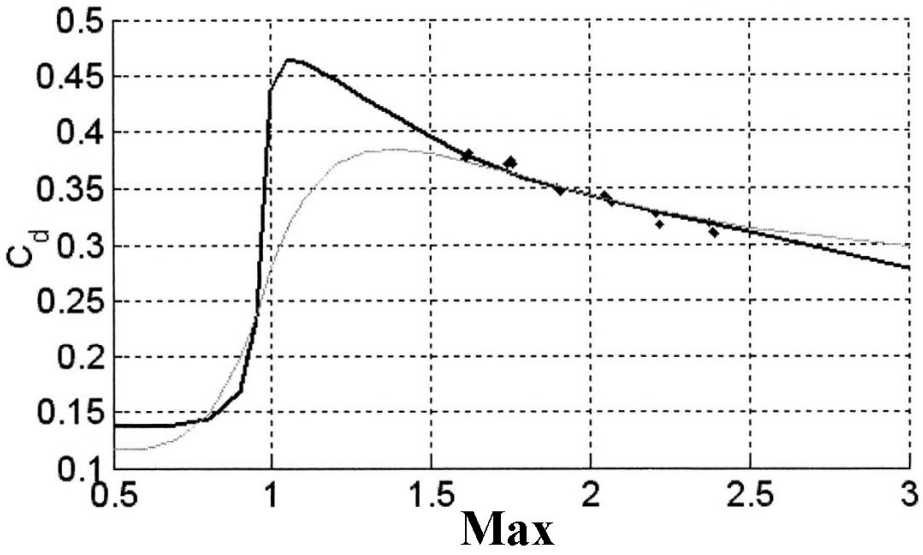
140-грановая 270 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты с Lot#E10F9-1

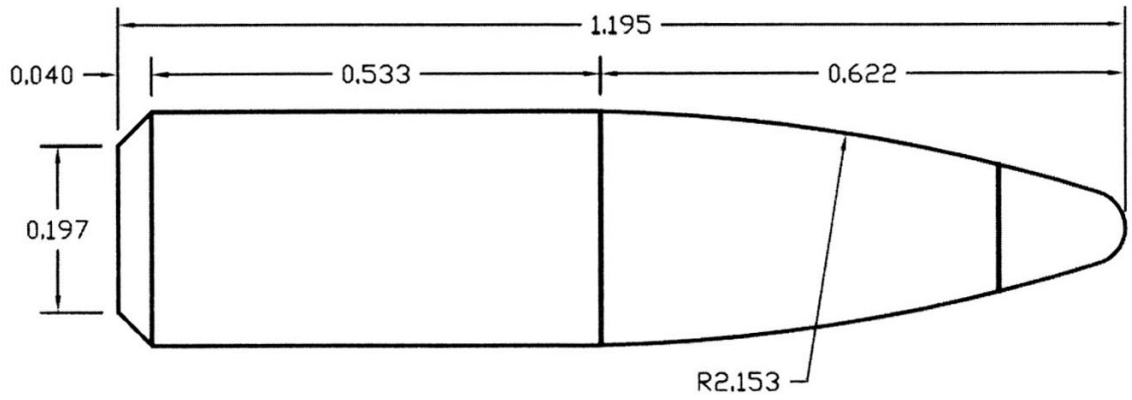
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 8.06 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.261 lb/in^2	**Rt/R:** 1.00

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.427	1.163	0.224	0.646	0.403
2000 / 1.79	0.365	1.165	0.224	0.586	0.445
2500 / 2.23	0.324	1.138	0.229	0.572	0.456
3000 / 2.68	0.293	1.127	0.231	0.553	0.472
Средние:		**1.148**	**0.227**	**0.589**	**0.444**
Вариации:		**0.038**	**0.007**	**0.094**	**0.068**

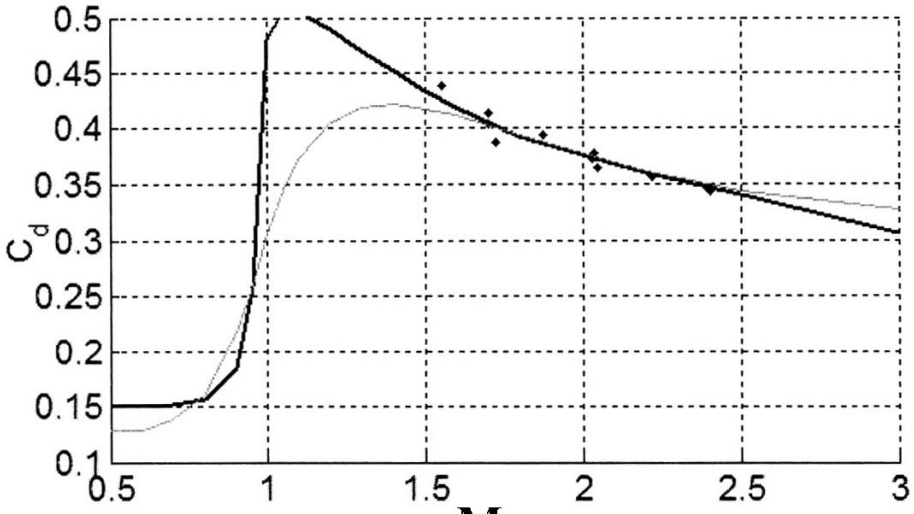
140-грановая 270 калибра Nosler Partition



Размеры сняты с Lot#GE16F1-2

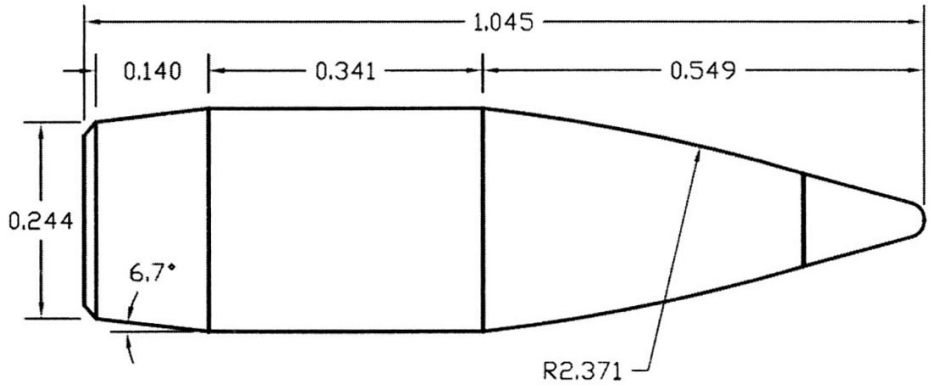
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 7.77 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.260 lb/in^2	**Rt/R:** 0.88

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.457	1.243	0.210	0.691	0.377
2000 / 1.79	0.398	1.269	0.205	0.639	0.408
2500 / 2.23	0.357	1.257	0.207	0.632	0.413
3000 / 2.68	0.328	1.260	0.207	0.618	0.422
Средние:		**1.257**	**0.207**	**0.645**	**0.405**
Вариации:		**0.026**	**0.004**	**0.074**	**0.045**

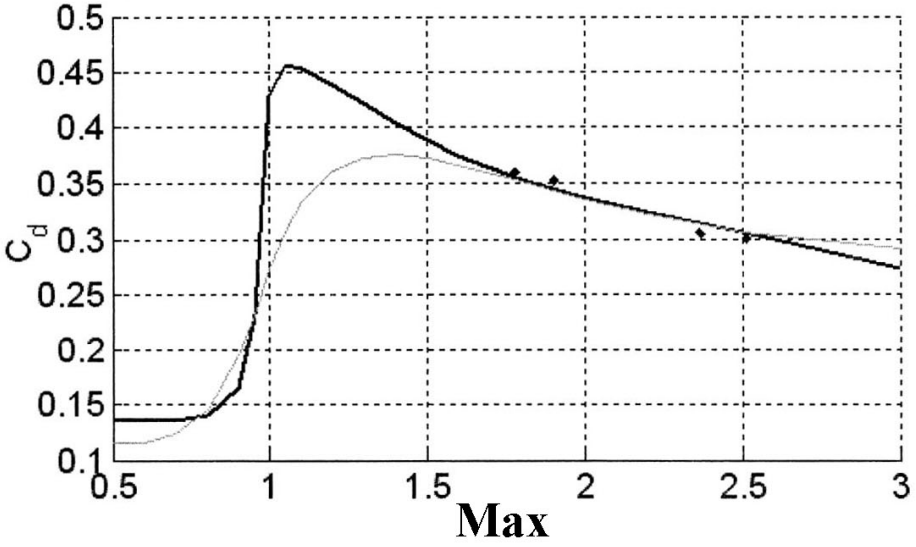
110-грановая 270 калибра Hornady Vmax



Размеры сняты с Lot#2080067

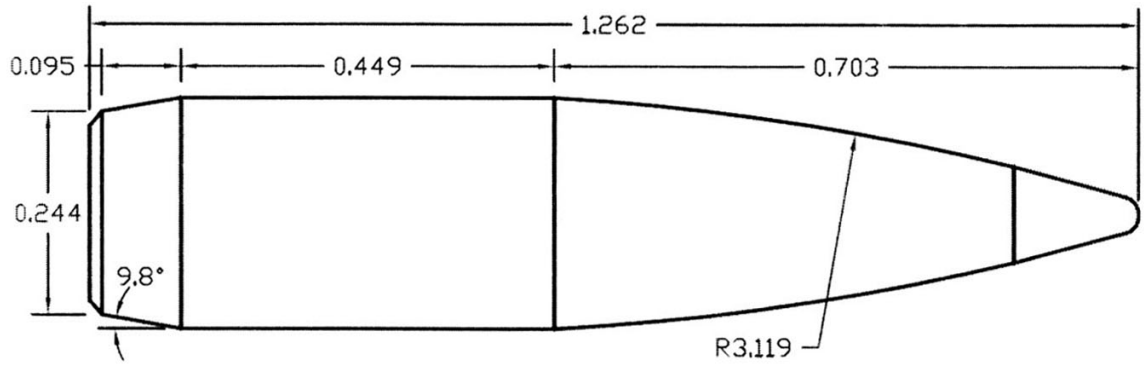
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**8.56 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.205 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.53**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.429	1.168	0.175	0.649	0.315
2000 / 1.79	0.363	1.158	0.177	0.583	0.352
2500 / 2.23	0.319	1.122	0.183	0.563	0.363
3000 / 2.68	0.287	1.103	0.186	0.541	0.379
Средние:		**1.138**	**0.180**	**0.584**	**0.352**
Вариации:		**0.065**	**0.010**	**0.108**	**0.063**

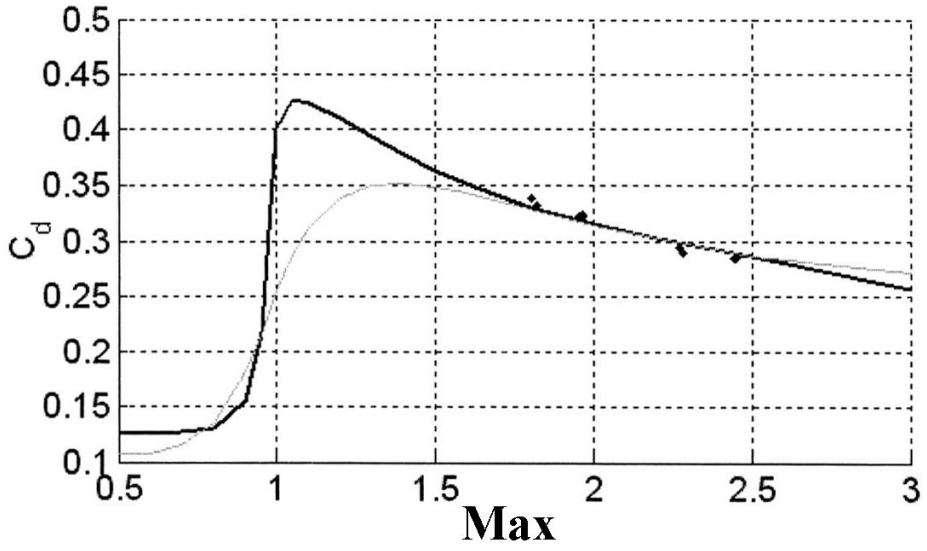
130-грановая 270 калибра Hornady Interbond



Размеры сняты с Lot#2070350

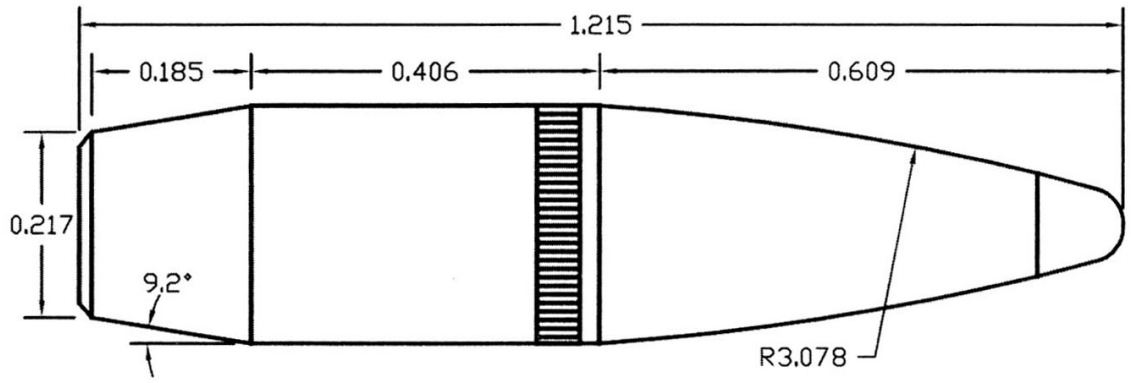
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 11.26 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.242 lb/in^2	**Rt/R:** 0.69

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.401	1.093	0.222	0.607	0.399
2000 / 1.79	0.340	1.083	0.223	0.545	0.444
2500 / 2.23	0.298	1.050	0.231	0.527	0.459
3000 / 2.68	0.268	1.033	0.234	0.506	0.478
Средние:		**1.065**	**0.227**	**0.546**	**0.445**
Вариации:		**0.060**	**0.013**	**0.101**	**0.080**

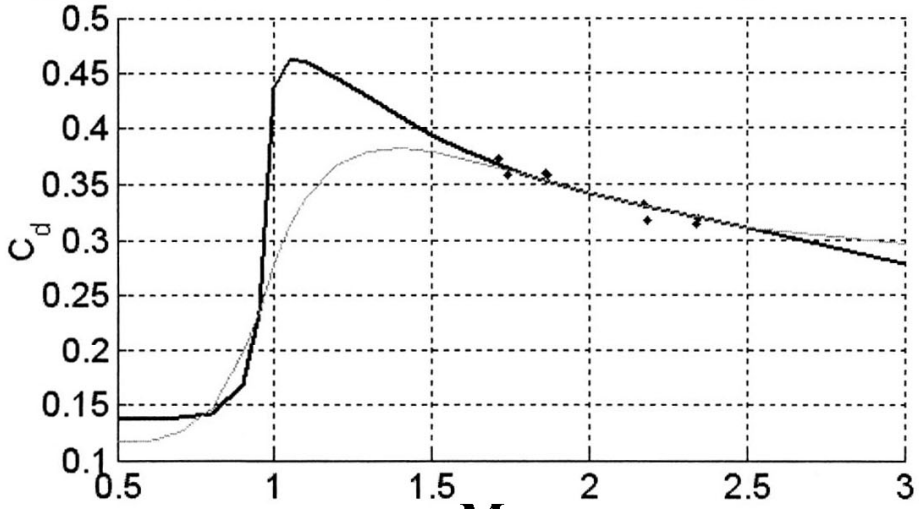
140-грановая 270 калибра Hornady BTSP Interlock



Размеры сняты с Lot#2070339

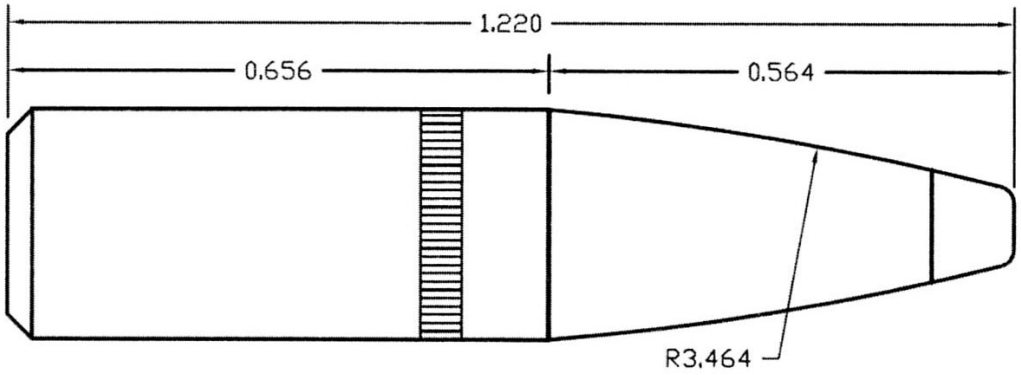
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 11.11 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.261 lb/in^2	**Rt/R:** 0.66

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.424	1.155	0.226	0.642	0.406
2000 / 1.79	0.364	1.161	0.225	0.584	0.446
2500 / 2.23	0.323	1.137	0.229	0.571	0.457
3000 / 2.68	0.293	1.128	0.231	0.553	0.471
Средние:		**1.145**	**0.228**	**0.587**	**0.445**
Вариации:		**0.033**	**0.006**	**0.089**	**0.065**

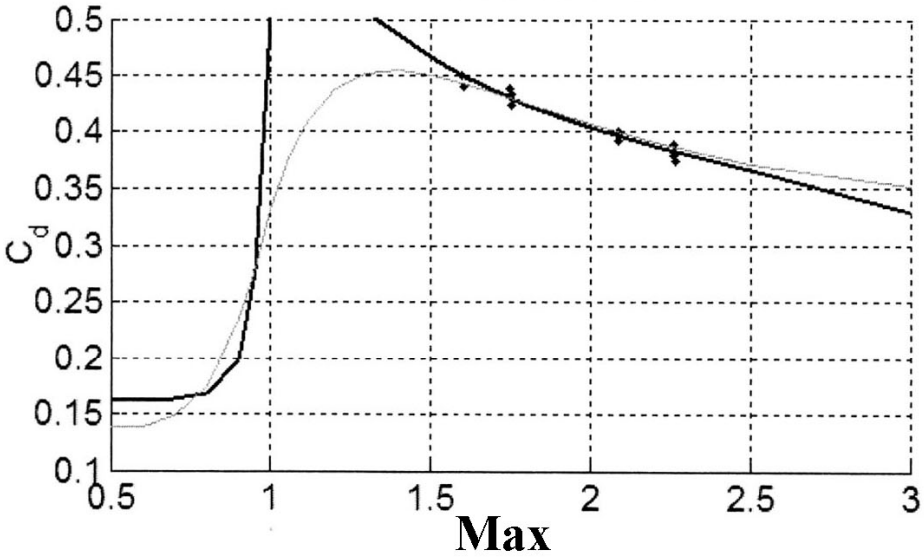
150-грановая 270 калибра Hornady SP Interlock



Размеры сняты с Lot#2080124

Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 12.50 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.279 lb/in^2	**Rt/R:** 0.53

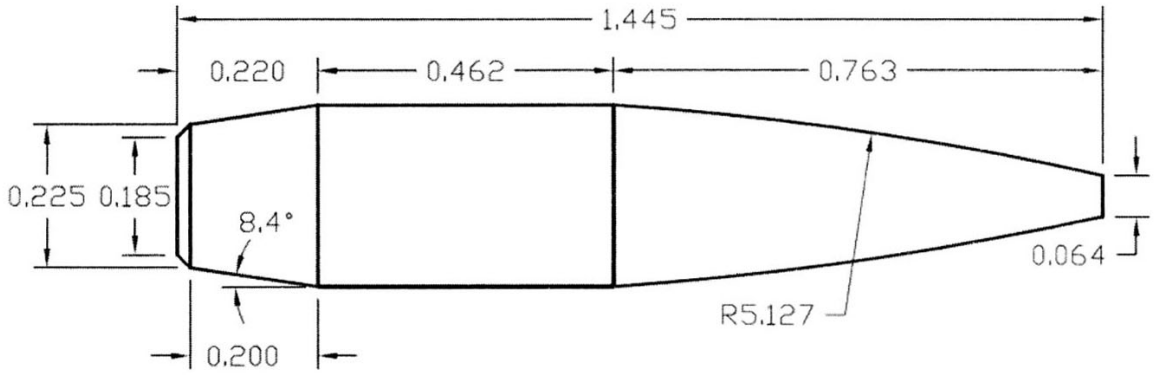
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.490	1.334	0.209	0.742	0.377
2000 / 1.79	0.428	1.365	0.205	0.687	0.407
2500 / 2.23	0.385	1.354	0.206	0.680	0.410
3000 / 2.68	0.353	1.359	0.206	0.666	0.419
Средние:		**1.353**	**0.206**	**0.694**	**0.403**
Вариации:		**0.031**	**0.005**	**0.075**	**0.043**

.284 Калибр (7 мм)

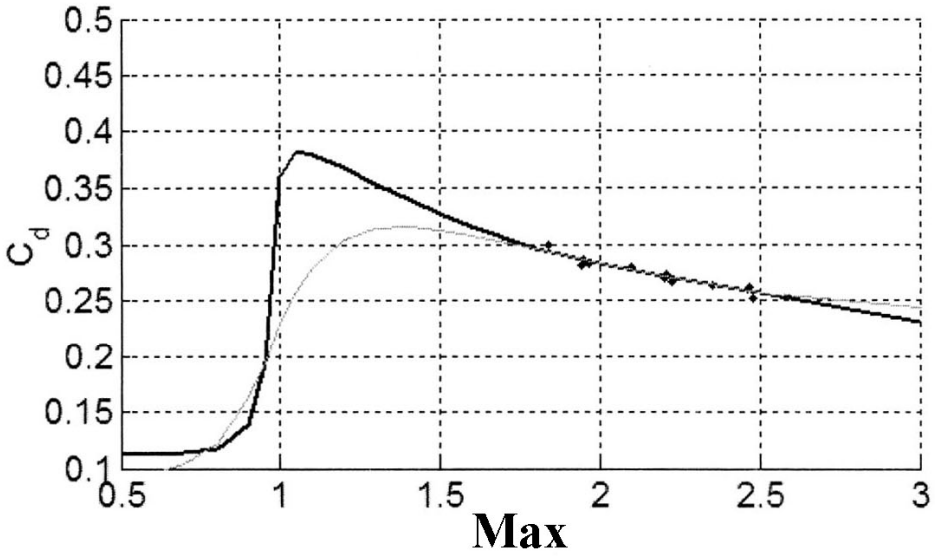
168-грановая .284 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#899

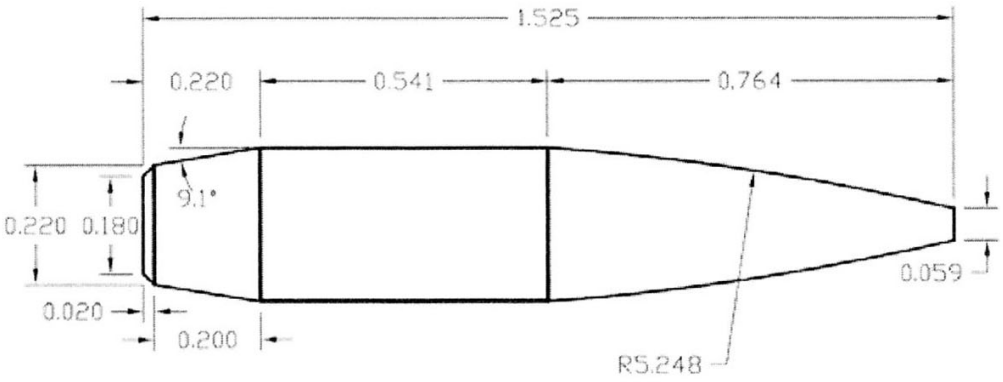
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала: 18.05 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.298 lb/in²	**Rt/R: 0.57**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК $_{G7}$	i_1	БК $_{G1}$
1500 / 1.34	0.335	0.914	0.326	0.508	0.586
2000 / 1.79	0.297	0.946	0.314	0.476	0.625
2500 / 2.23	0.270	0.948	0.314	0.476	0.625
3000 / 2.68	0.249	0.959	0.310	0.470	0.633
Средние:		**0.942**	**0.316**	**0.483**	**0.617**
Вариации:		**0.046**	**0.015**	**0.038**	**0.047**

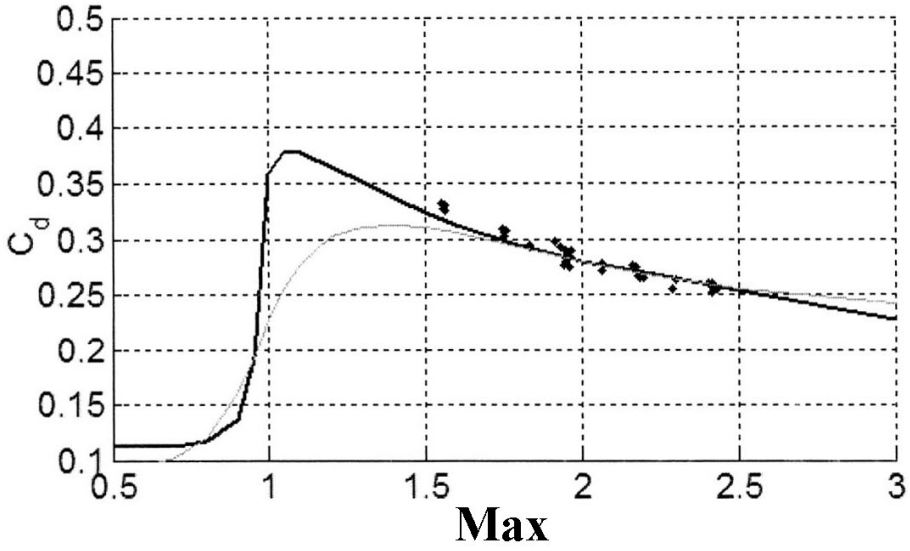
180-грановая .284 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#508

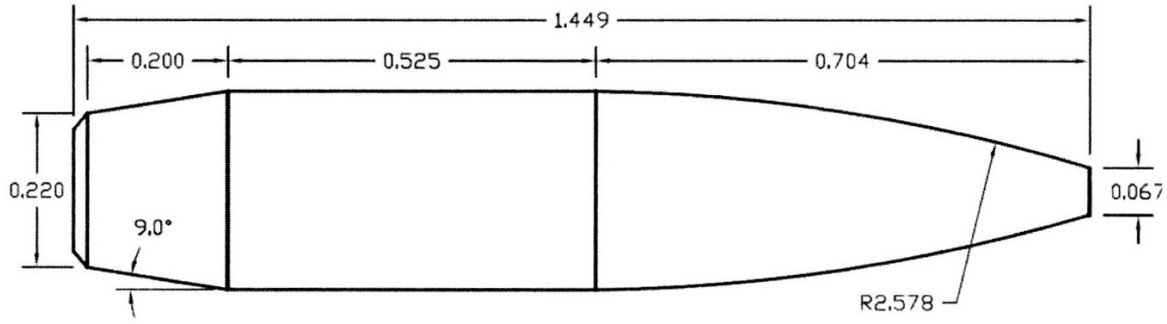
Размер Выборки: 17	**Радиус Оживала:** 18.48 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.319 lb/in^2	**Rt/R:** 0.54

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.355	0.967	0.330	0.538	0.593
2000 / 1.79	0.301	0.962	0.331	0.484	0.659
2500 / 2.23	0.266	0.934	0.341	0.469	0.679
3000 / 2.68	0.239	0.921	0.346	0.451	0.706
Средние:		**0.946**	**0.337**	**0.486**	**0.659**
Вариации:		**0.047**	**0.017**	**0.086**	**0.113**

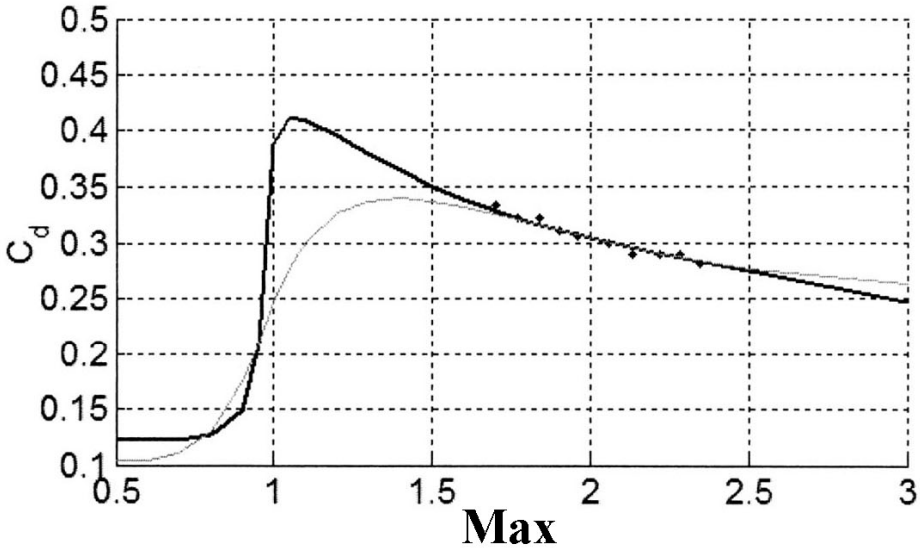
180-грановая .284 калибра Berger BT



Размеры сняты с Lot#1290

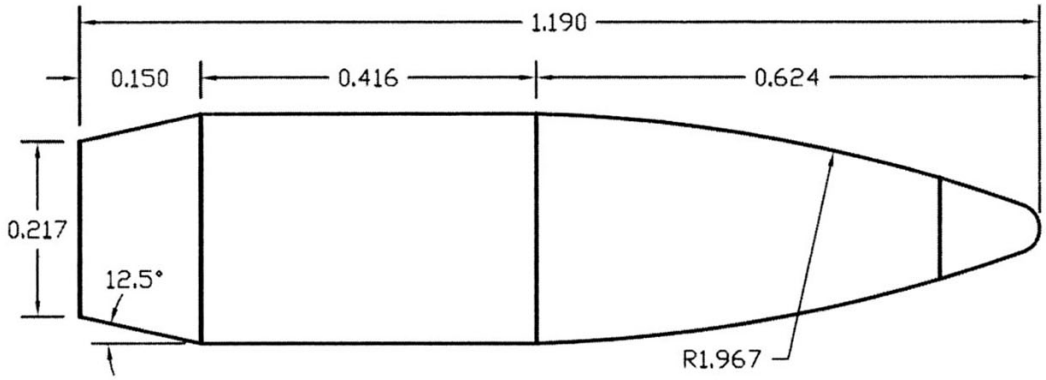
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 9.08 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.319 lb/in^2	**Rt/R:** 0.98

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mach	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.375	1.022	0.312	0.568	0.561
2000 / 1.79	0.323	1.030	0.310	0.518	0.615
2500 / 2.23	0.287	1.010	0.316	0.507	0.628
3000 / 2.68	0.261	1.004	0.318	0.492	0.648
Средние:		**1.016**	**0.314**	**0.521**	**0.613**
Вариации:		**0.026**	**0.008**	**0.076**	**0.086**

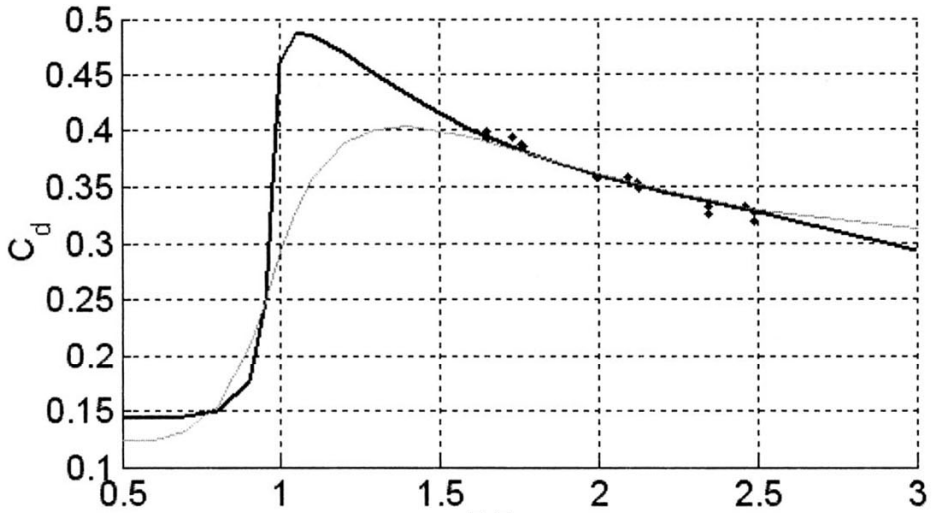
150-грановая .284 калибра Sierra Game King



Размеры сняты с Lot# 003787195

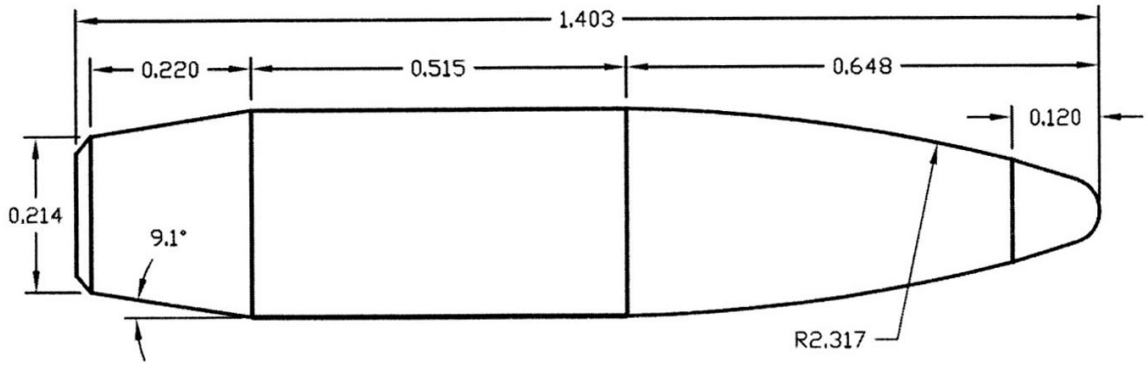
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 6.926 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.266 lb/in^2	**Rt/R:** 0.86

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК $_{G7}$	i_1	БК $_{G1}$
1500 / 1.34	0.446	1.214	0.219	0.675	0.394
2000 / 1.79	0.384	1.224	0.217	0.616	0.431
2500 / 2.23	0.342	1.202	0.221	0.604	0.440
3000 / 2.68	0.311	1.195	0.222	0.586	0.454
Средние:		**1.209**	**0.220**	**0.620**	**0.430**
Вариации:		**0.029**	**0.005**	**0.089**	**0.060**

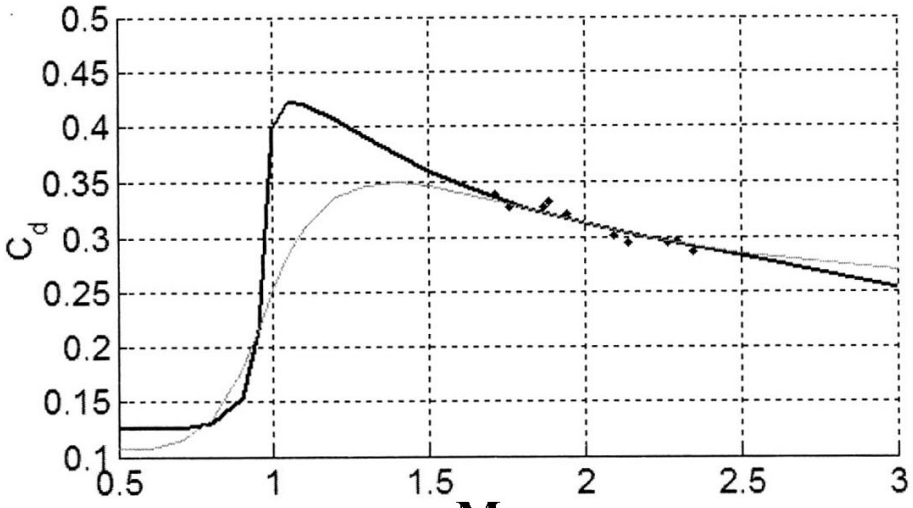
175-грановая .284 калибра Sierra Game King



Размеры сняты с Lot#004437465

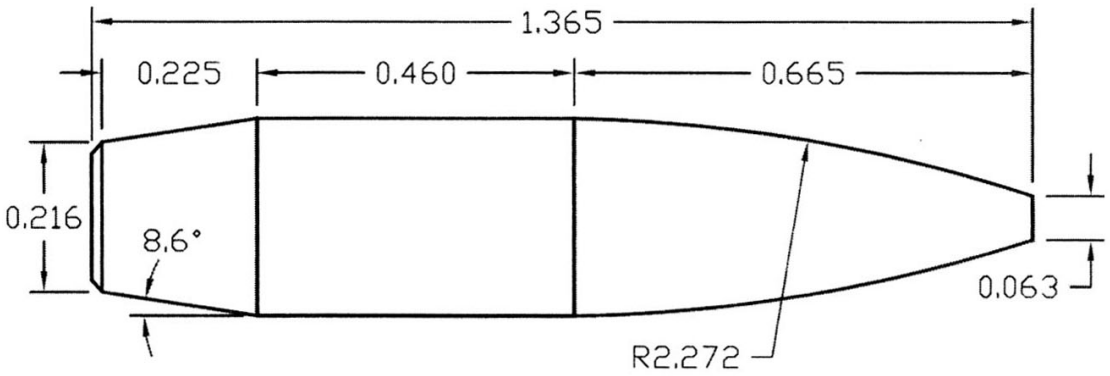
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**8.16 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.310 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.90**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.394	1.072	0.289	0.596	0.520
2000 / 1.79	0.334	1.065	0.291	0.536	0.578
2500 / 2.23	0.294	1.034	0.300	0.520	0.597
3000 / 2.68	0.265	1.019	0.304	0.499	0.621
Средние:		**1.048**	**0.296**	**0.538**	**0.579**
Вариации:		**0.053**	**0.015**	**0.096**	**0.100**

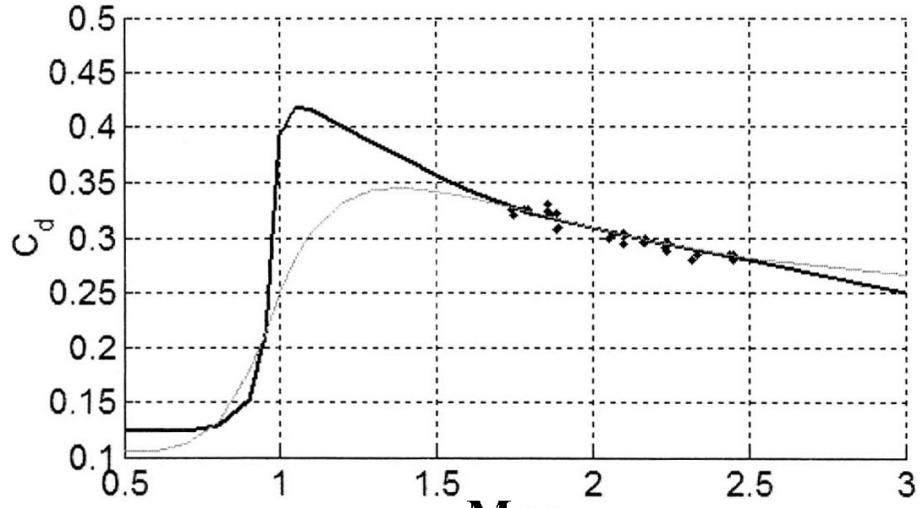
168-грановая .284 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#003734142

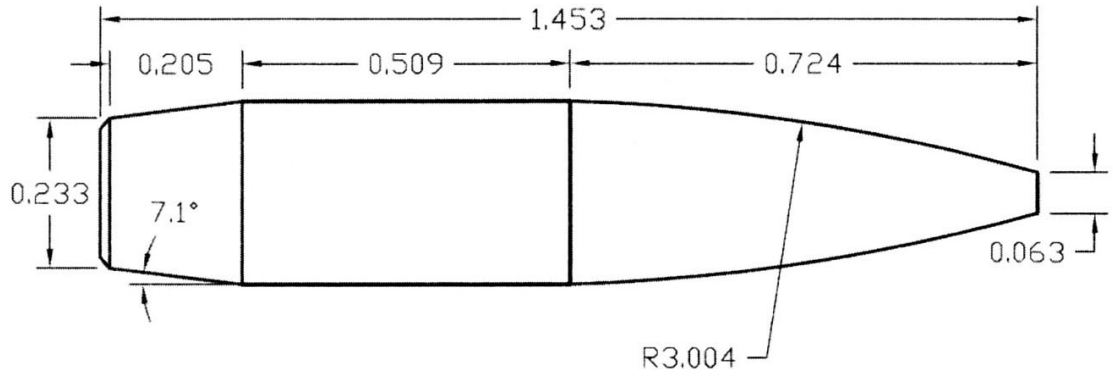
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**8.00 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.298 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.91**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.375	1.022	0.291	0.568	0.524
2000 / 1.79	0.326	1.040	0.286	0.523	0.569
2500 / 2.23	0.292	1.029	0.289	0.517	0.576
3000 / 2.68	0.268	1.029	0.289	0.504	0.590
Средние:		**1.030**	**0.289**	**0.528**	**0.565**
Вариации:		**0.018**	**0.005**	**0.063**	**0.066**

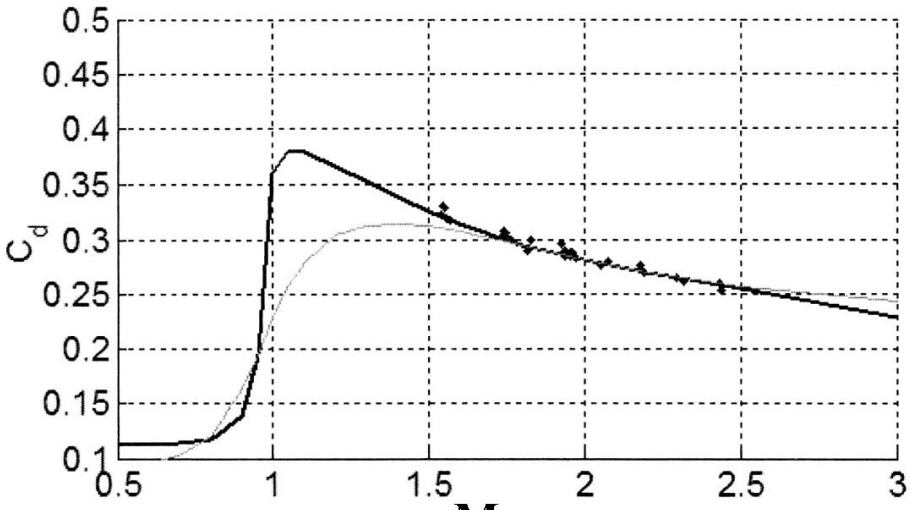
175-грановая .284 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#002906329

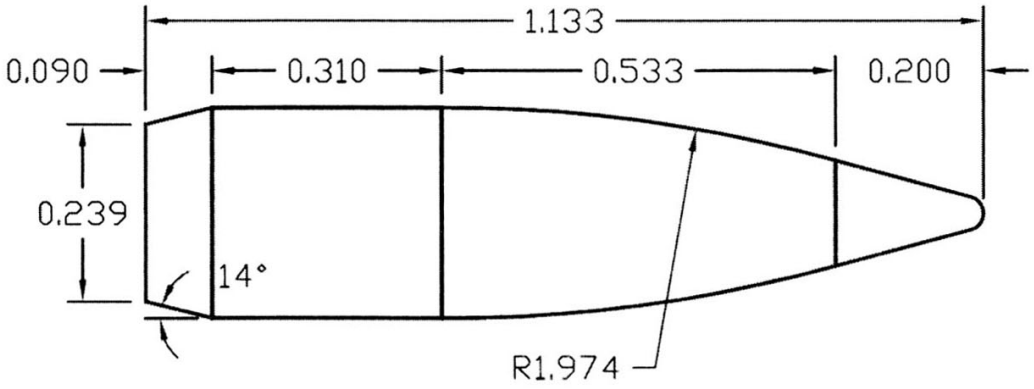
Размер Выборки: 17	**Радиус Оживала: 10.58 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.310 lb/in^2	**Rt/R: 0.83**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.351	0.955	0.325	0.531	0.584
2000 / 1.79	0.301	0.961	0.323	0.483	0.641
2500 / 2.23	0.268	0.941	0.329	0.473	0.656
3000 / 2.68	0.243	0.935	0.332	0.458	0.677
Средние:		**0.948**	**0.327**	**0.486**	**0.639**
Вариации:		**0.026**	**0.009**	**0.073**	**0.092**

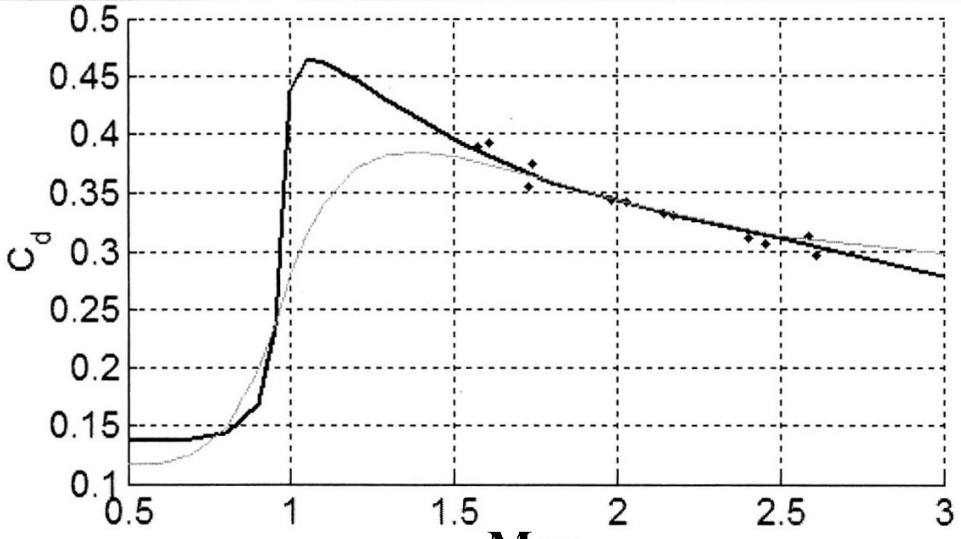
120-грановая .284 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты с Lot#1119 958 343

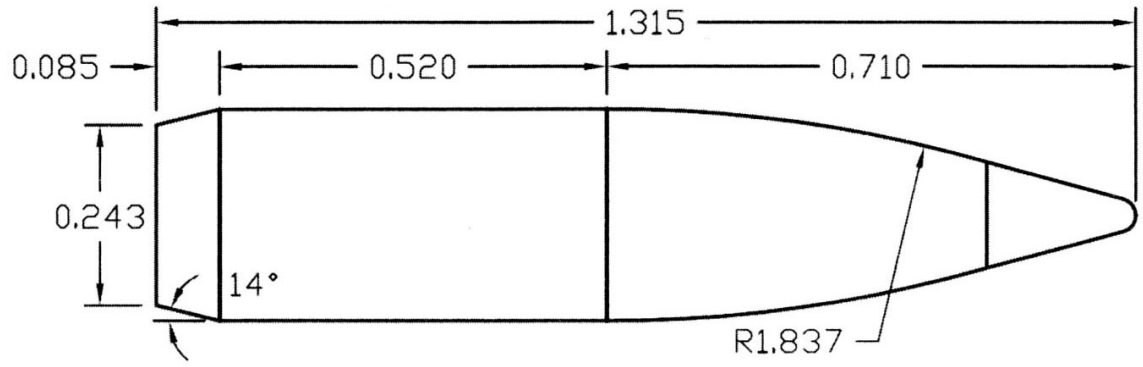
Размер Выборки: 6	**Радиус Оживала:** 7.0 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.213 lb/in^2	**Rt/R:** 1.0

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.422	1.149	0.185	0.638	0.333
2000 / 1.79	0.365	1.164	0.183	0.586	0.363
2500 / 2.23	0.326	1.146	0.185	0.576	0.369
3000 / 2.68	0.297	1.143	0.186	0.560	0.379
Средние:		**1.150**	**0.185**	**0.590**	**0.361**
Вариации:		**0.021**	**0.003**	**0.078**	**0.046**

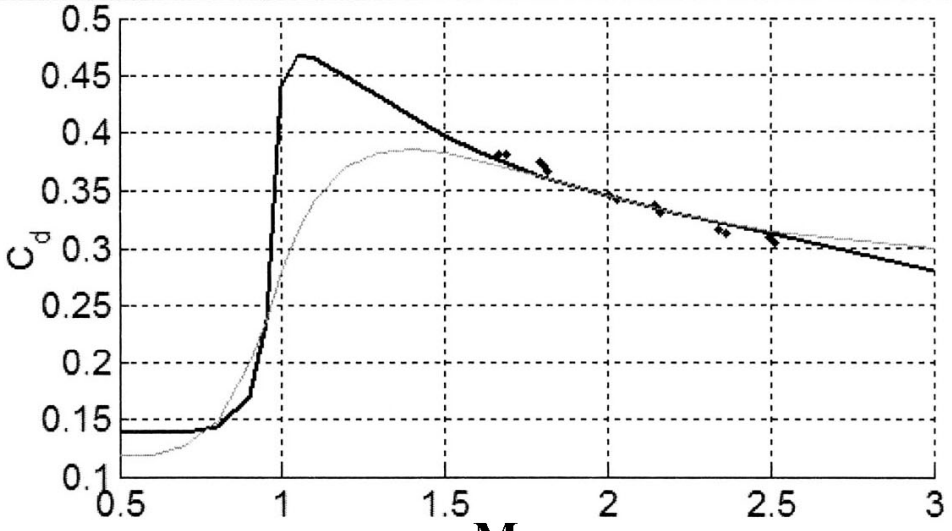
150-грановая .284 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты с Lot#1141 9581165

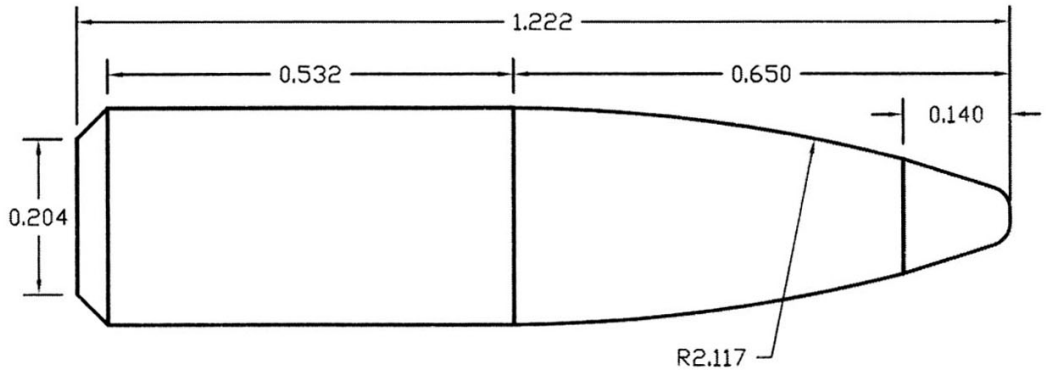
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.5 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.266 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.439	1.196	0.222	0.665	0.400
2000 / 1.79	0.371	1.184	0.224	0.596	0.446
2500 / 2.23	0.326	1.146	0.232	0.576	0.462
3000 / 2.68	0.293	1.126	0.236	0.552	0.481
Средние:		**1.163**	**0.229**	**0.597**	**0.447**
Вариации:		**0.070**	**0.014**	**0.113**	**0.082**

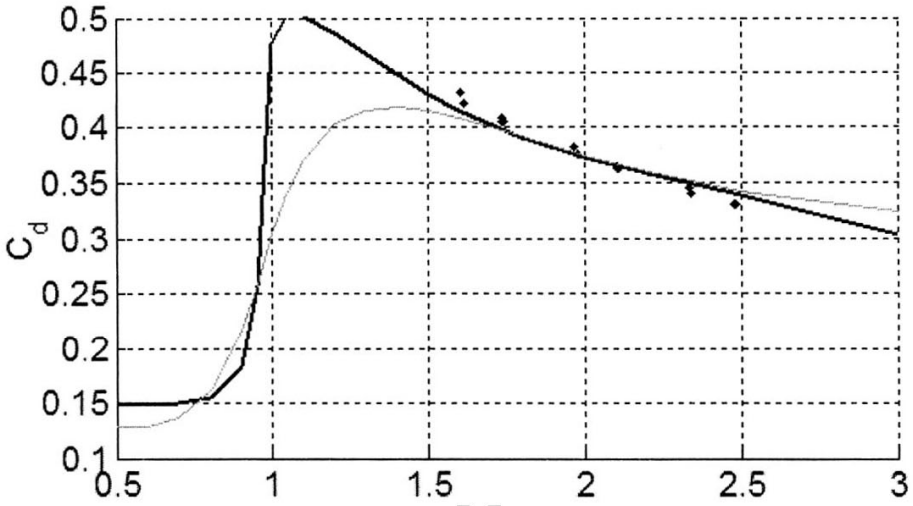
150-грановая .284 калибра Nosler Partition



Размеры сняты с Lot#HC04F11

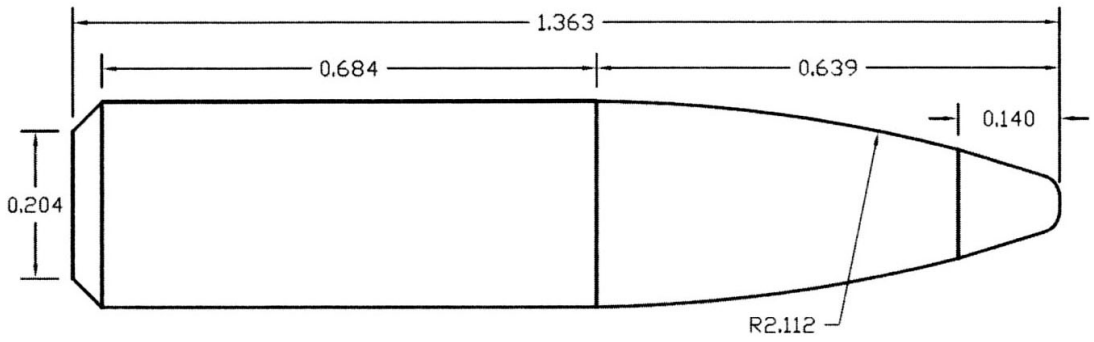
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.43 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.266 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.474	1.291	0.206	0.718	0.370
2000 / 1.79	0.401	1.279	0.208	0.643	0.413
2500 / 2.23	0.352	1.238	0.215	0.622	0.427
3000 / 2.68	0.316	1.217	0.218	0.597	0.445
Средние:		**1.256**	**0.212**	**0.645**	**0.414**
Вариации:		**0.074**	**0.013**	**0.121**	**0.075**

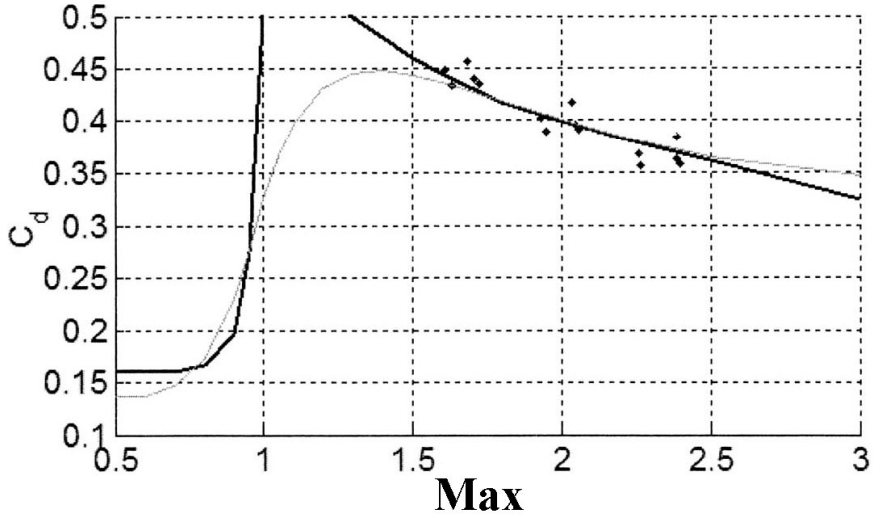
175-грановая .284 калибра Nosler Partition



Размеры сняты с Lot#LC07F1-1

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.44 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.310 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.93**

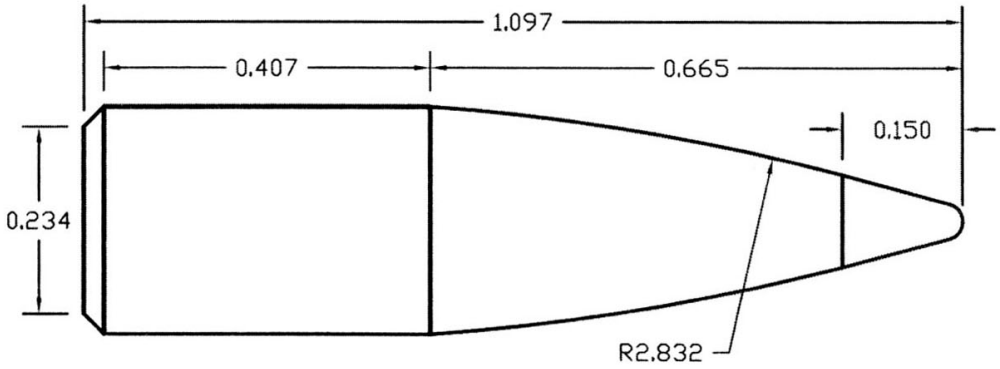
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.502	1.366	0.227	0.759	0.408
2000 / 1.79	0.426	1.360	0.228	0.684	0.453
2500 / 2.23	0.376	1.321	0.235	0.664	0.467
3000 / 2.68	0.339	1.302	0.238	0.638	0.486
Средние:		**1.337**	**0.232**	**0.686**	**0.453**
Вариации:		**0.064**	**0.011**	**0.121**	**0.077**

Сопротивление для этой 175-грановой Partition оказалось существенно более высоким, чем для 150-грановой, намного большим, чем можно ожилать от разницы в длине оживала 0.011". Я связываю более высокое сопротивление и *разброс* данных с неоднообразием свинцовых носиков.

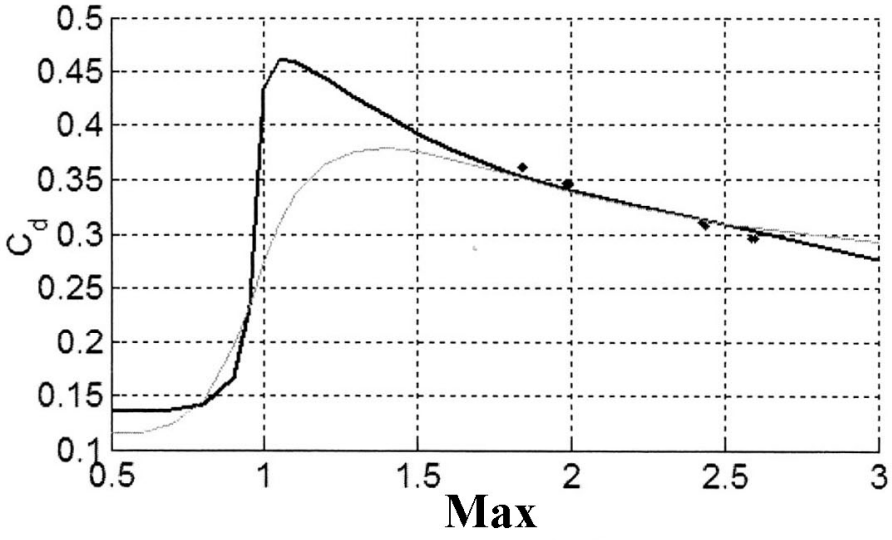
120-грановая .284 калибра Hornady Vmax



Lot# неизвестен

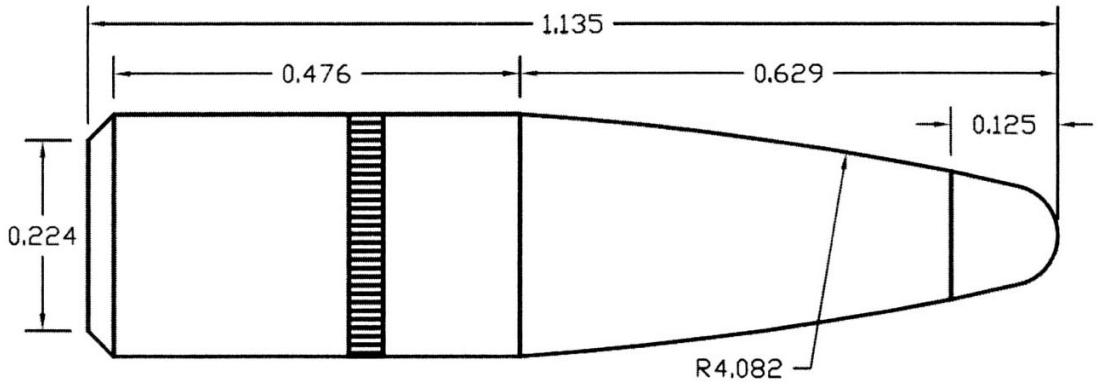
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала: 9.97 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.213 lb/in^2	**Rt/R: 0.65**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.435	1.185	0.179	0.659	0.323
2000 / 1.79	0.368	1.175	0.181	0.591	0.359
2500 / 2.23	0.324	1.139	0.187	0.572	0.371
3000 / 2.68	0.291	1.121	0.190	0.549	0.387
Средние:		**1.155**	**0.184**	**0.593**	**0.360**
Вариации:		**0.064**	**0.010**	**0.109**	**0.064**

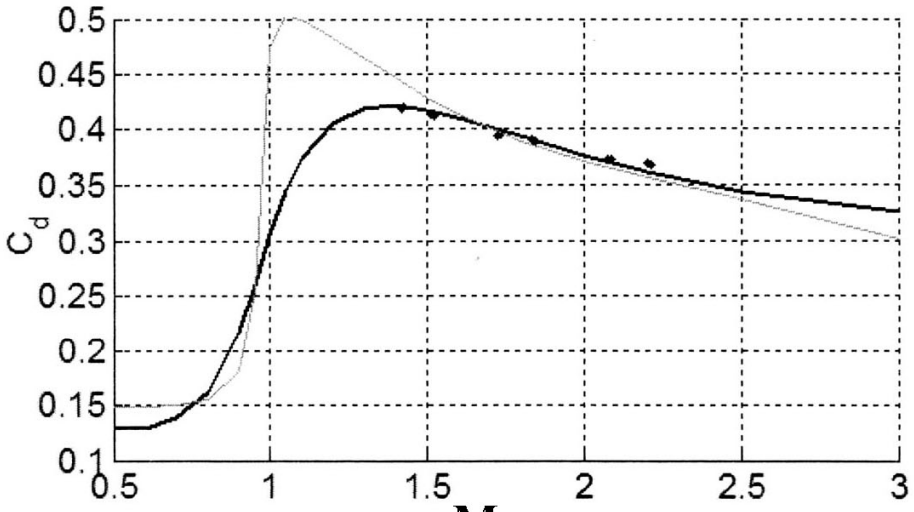
139-грановая .284 калибра Hornady SP Interlock



Размеры сняты с Lot#2071004

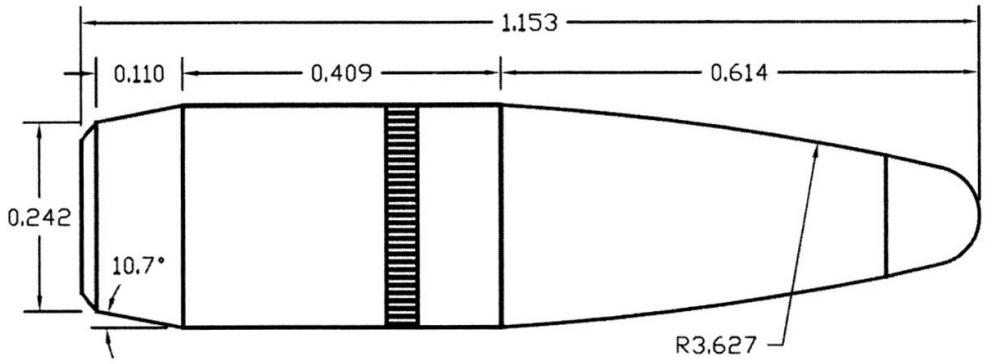
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**4.08 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.246 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.59**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.429	1.168	0.211	0.649	0.379
2000 / 1.79	0.393	1.252	0.197	0.630	0.391
2500 / 2.23	0.367	1.289	0.191	0.648	0.380
3000 / 2.68	0.347	1.333	0.185	0.653	0.377
Средние:		**1.261**	**0.196**	**0.645**	**0.382**
Вариации:		**0.165**	**0.026**	**0.023**	**0.014**

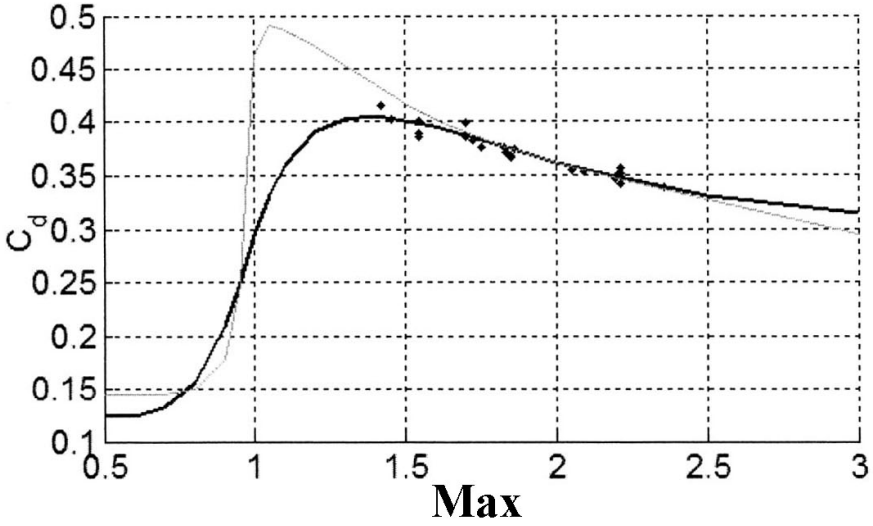
139-грановая .284 калибра Hornady BTSP Interlock



Размеры сняты с Lot#2071005

Размеры Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**12.77 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.246 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.65**

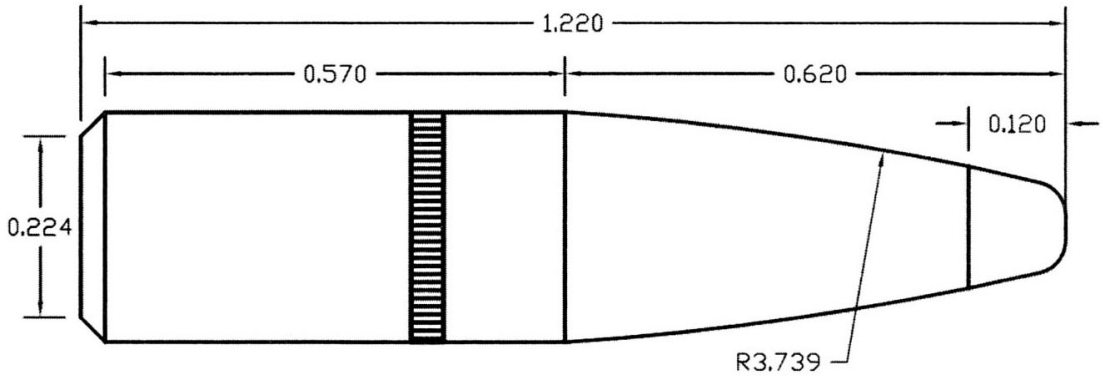
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.423	1.153	0.214	0.641	0.384
2000 / 1.79	0.379	1.208	0.204	0.608	0.405
2500 / 2.23	0.347	1.222	0.202	0.614	0.401
3000 / 2.68	0.324	1.245	0.198	0.610	0.403
Средние:		**1.207**	**0.204**	**0.618**	**0.398**
Вариации:		**0.092**	**0.016**	**0.033**	**0.021**

Эта пуля измерялась два раза, и оба раза лучше соответствовала кривой G1. Это связано с очень тупым носом.

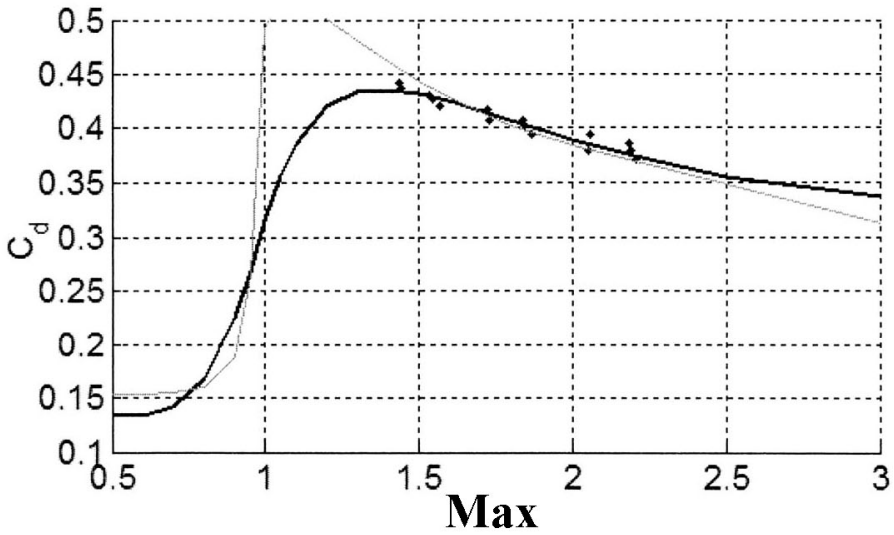
154-грановая .284 калибра Hornady SP Interlock



Размеры сняты с Lot#2071006

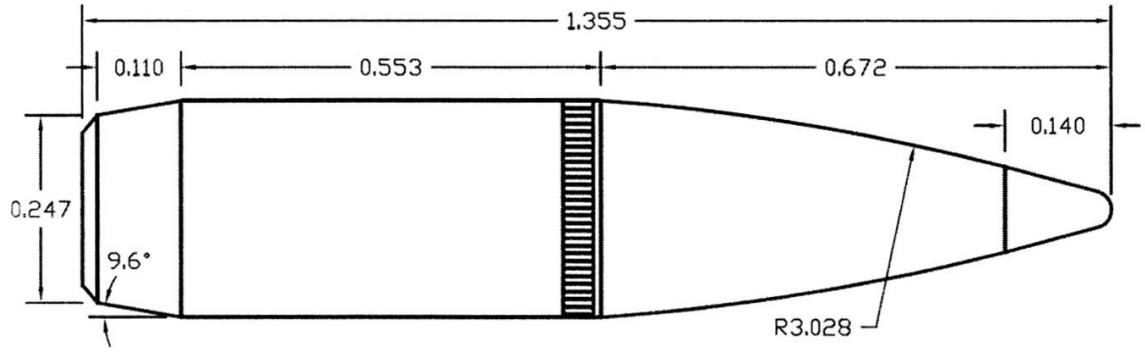
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**13.17 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.273 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.62**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.449	1.222	0.223	0.679	0.402
2000 / 1.79	0.406	1.296	0.210	0.652	0.418
2500 / 2.23	0.376	1.324	0.206	0.665	0.410
3000 / 2.68	0.353	1.359	0.201	0.666	0.409
Средние:		**1.300**	**0.210**	**0.666**	**0.410**
Вариации:		**0.137**	**0.023**	**0.027**	**0.017**

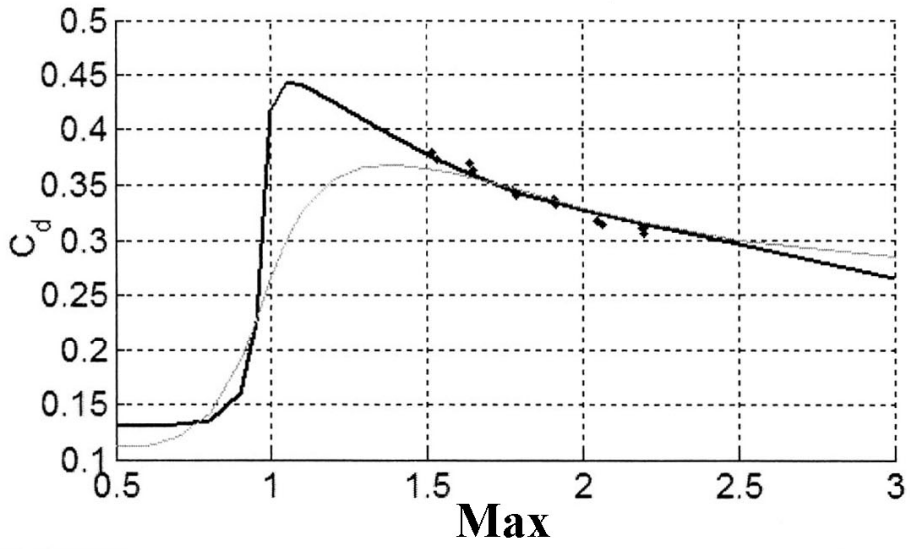
154-грановая .284 калибра Hornady SST



Размеры сняты с Lot#2070270

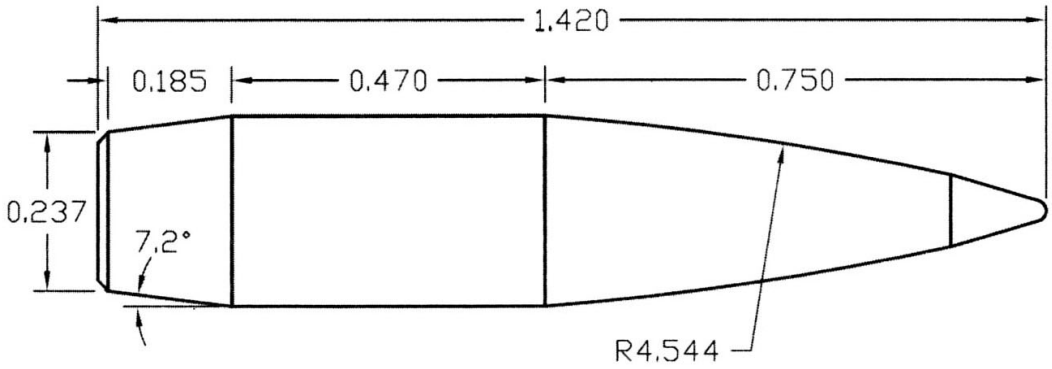
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**10.66 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.273 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.70**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.411	1.119	0.244	0.622	0.439
2000 / 1.79	0.347	1.106	0.247	0.556	0.490
2500 / 2.23	0.304	1.069	0.255	0.537	0.508
3000 / 2.68	0.273	1.050	0.260	0.514	0.530
Средние:		**1.086**	**0.251**	**0.557**	**0.492**
Вариации:		**0.069**	**0.016**	**0.107**	**0.092**

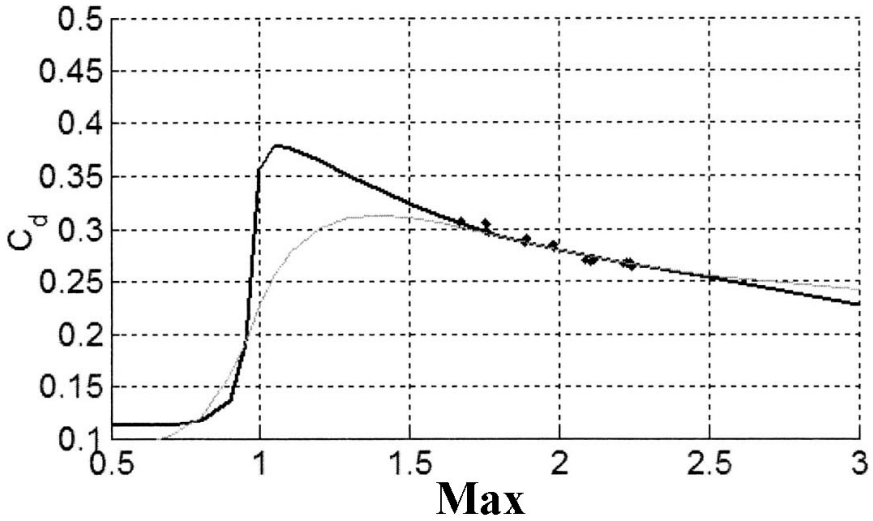
162-грановая .284 калибра Hornady Amax



Размеры сняты с Lot#28402

Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**16.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.287 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.55**

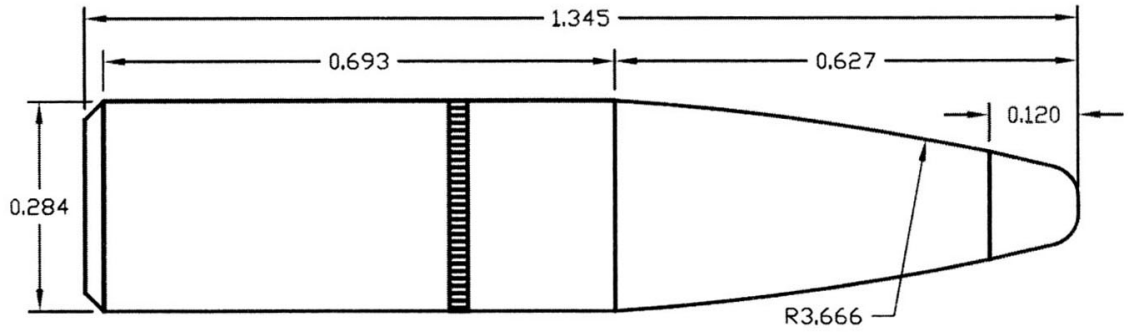
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.346	0.941	0.305	0.523	0.549
2000 / 1.79	0.297	0.948	0.303	0.477	0.602
2500 / 2.23	0.264	0.930	0.309	0.467	0.614
3000 / 2.68	0.240	0.924	0.310	0.453	0.633
Средние:		**0.936**	**0.307**	**0.480**	**0.599**
Вариации:		**0.024**	**0.008**	**0.070**	**0.085**

Эта пуля имеет самый низкий форм фактор из всех пуль в .284 калибре. Она измерялась в двух отдельных случаях; результаты совпали с точностью 0.5% друг с другом. Обратите внимание на чистоту данных.

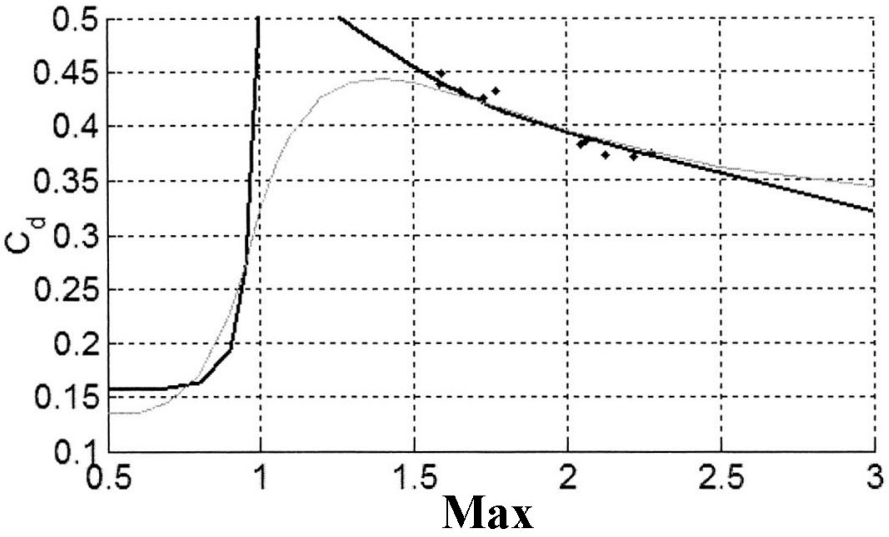
175-грановая .284 калибра Hornady Interlock



Lot# неизвестен

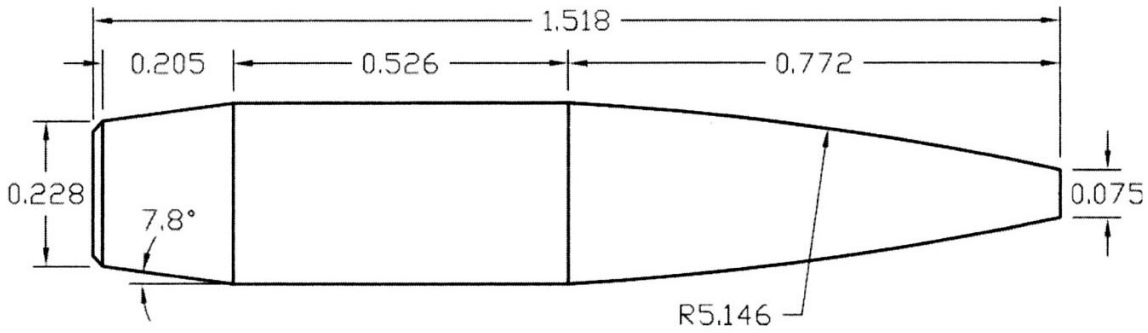
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**12.91 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.310 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.60**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.491	1.338	0.232	0.744	0.417
2000 / 1.79	0.418	1.335	0.232	0.672	0.461
2500 / 2.23	0.370	1.300	0.238	0.653	0.475
3000 / 2.68	0.334	1.284	0.241	0.630	0.492
Средние:		**1.314**	**0.236**	**0.675**	**0.461**
Вариации:		**0.054**	**0.010**	**0.114**	**0.076**

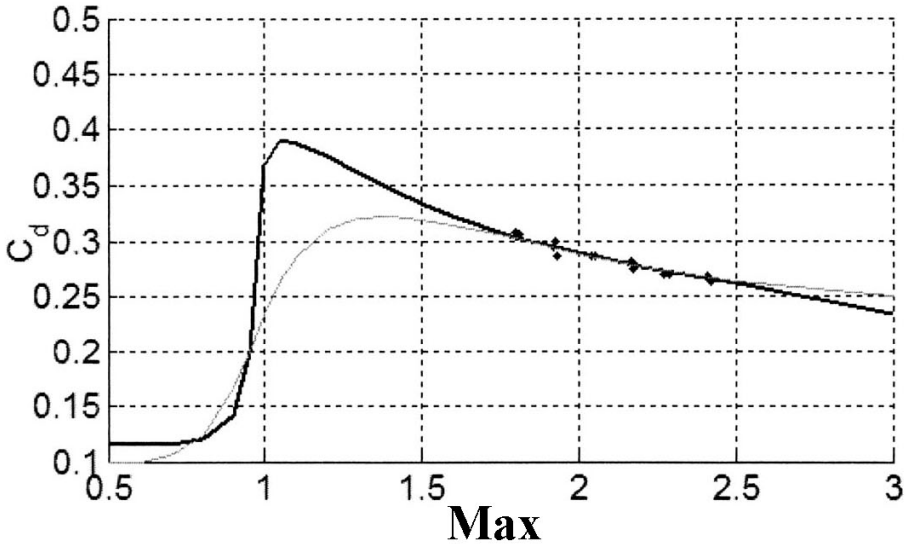
180-грановая .284 калибра JLK BTHP



Lot# неизвестен

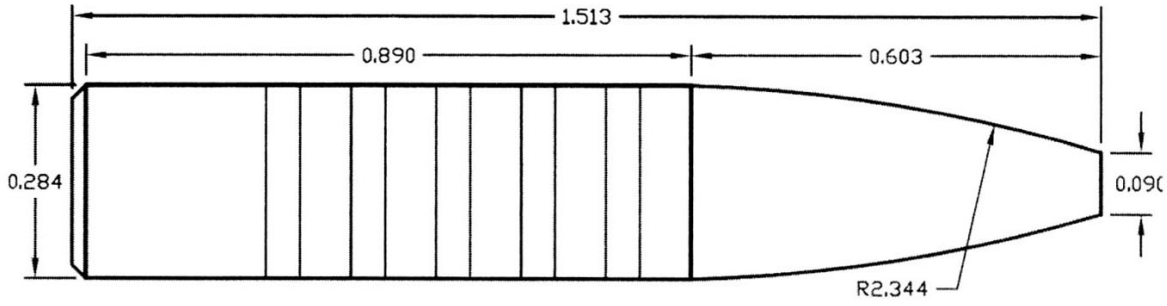
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**18.12 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.319 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.61**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.351	0.955	0.334	0.531	0.601
2000 / 1.79	0.306	0.975	0.327	0.491	0.650
2500 / 2.23	0.275	0.967	0.330	0.486	0.657
3000 / 2.68	0.252	0.969	0.329	0.475	0.671
Средние:		**0.966**	**0.330**	**0.495**	**0.645**
Вариации:		**0.020**	**0.007**	**0.056**	**0.071**

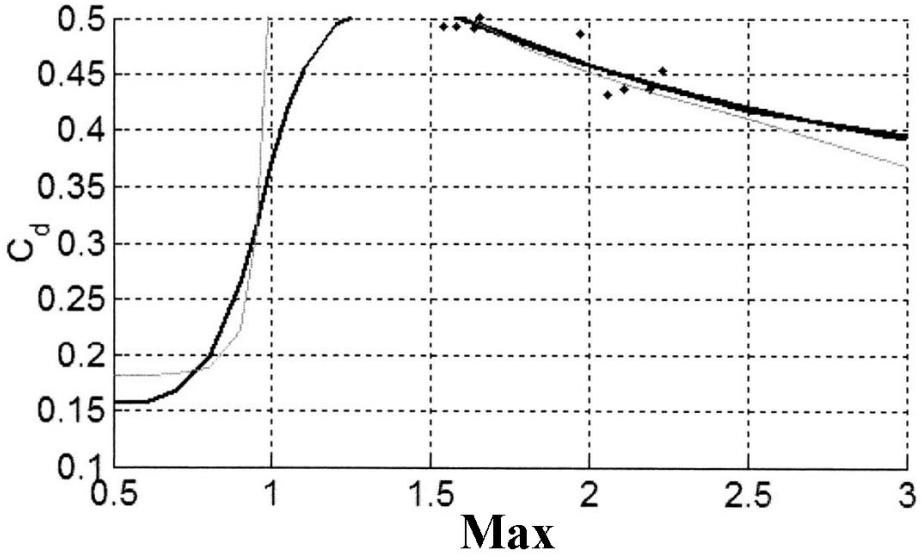
175-грановая .284 калибра Barnes TSX



Lot# неизвестен

Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0. lb/in²**	**Rt/R:**	

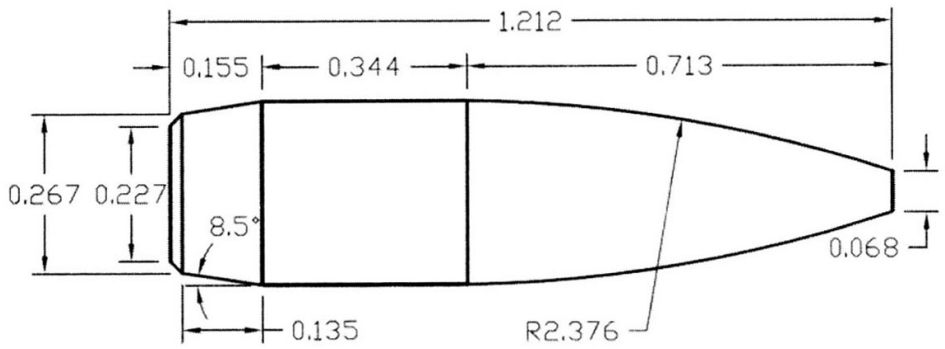
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.534	1.454	0.213	0.808	0.384
2000 / 1.79	0.478	1.526	0.203	0.768	0.404
2500 / 2.23	0.439	1.544	0.201	0.776	0.400
3000 / 2.68	0.409	1.574	0.197	0.772	0.402
Средние:		**1.525**	**0.203**	**0.781**	**0.397**
Вариации:		**0.120**	**0.016**	**0.041**	**0.020**

.308 Калибр (7.62 мм)

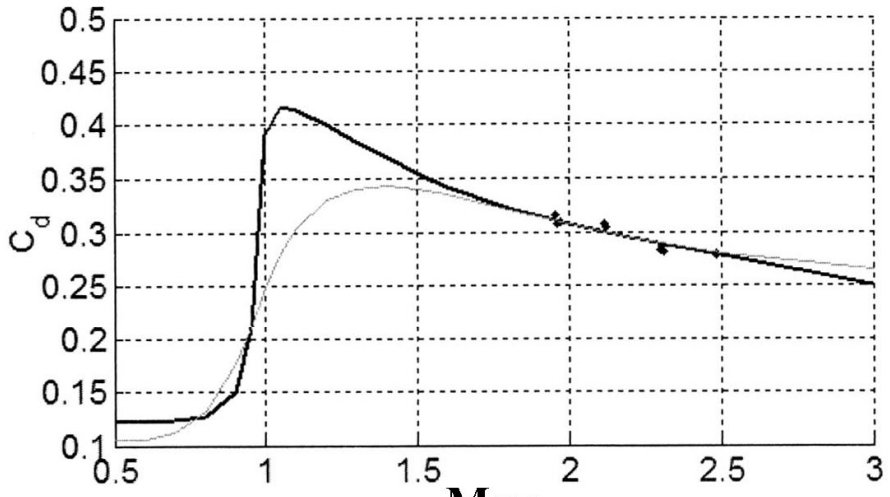
155-грановая .308 калибра Berger BT



Размеры сняты с Lot#337

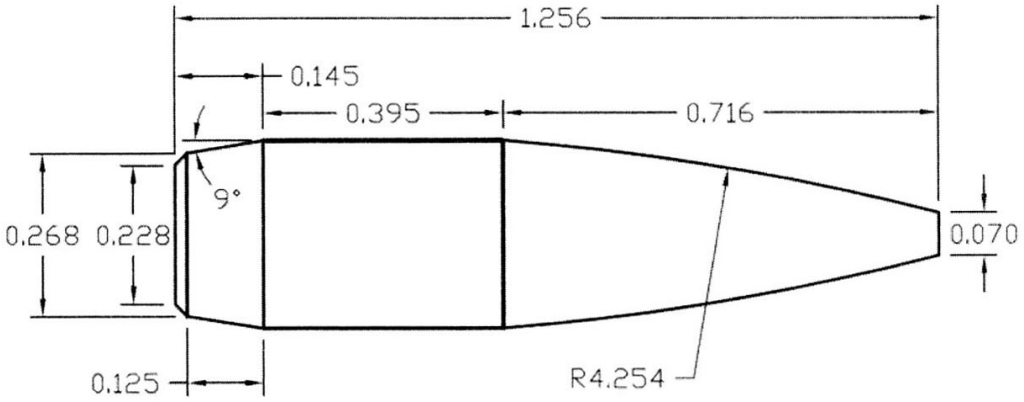
Размер Выборки:	**6**	**Радиус Оживала:**	**7.7 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.233 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.393	1.071	0.218	0.596	0.392
2000 / 1.79	0.333	1.062	0.220	0.535	0.437
2500 / 2.23	0.293	1.029	0.227	0.517	0.451
3000 / 2.68	0.263	1.013	0.231	0.496	0.470
Средние:		**1.044**	**0.224**	**0.536**	**0.438**
Вариации:		**0.059**	**0.013**	**0.099**	**0.078**

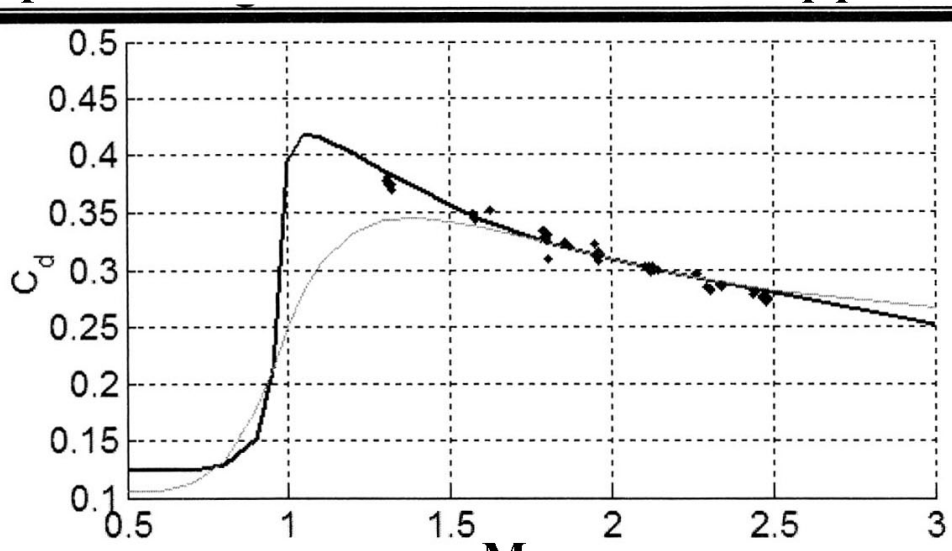
155-грановая .308 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#717

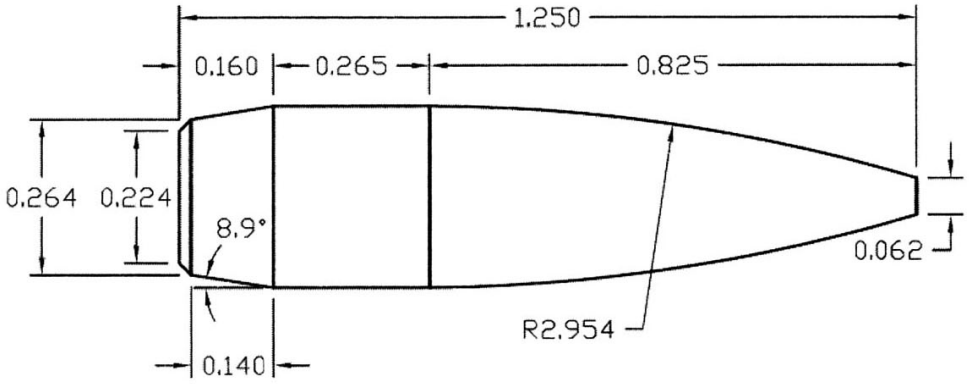
Размер Выборки: 30	**Радиус Оживала:** 13.8 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.233 lb/in^2	**Rt/R:** 0.51

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.384	1.046	0.223	0.581	0.402
2000 / 1.79	0.330	1.053	0.222	0.530	0.441
2500 / 2.23	0.293	1.032	0.226	0.518	0.450
3000 / 2.68	0.266	1.024	0.228	0.502	0.465
Средние:		**1.039**	**0.225**	**0.533**	**0.439**
Вариации:		**0.028**	**0.006**	**0.079**	**0.063**

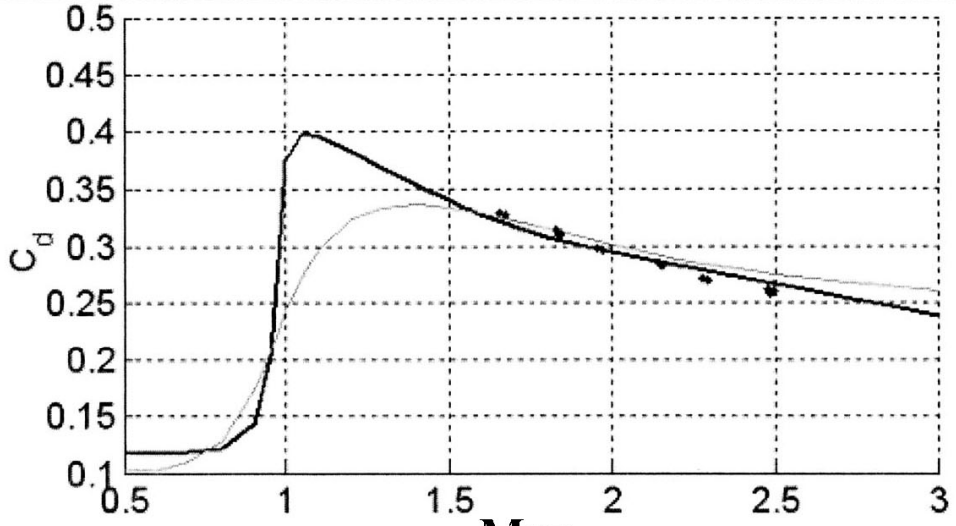
155.5-грановая Berger BT FULLBORE



Размеры сняты с Lot#123

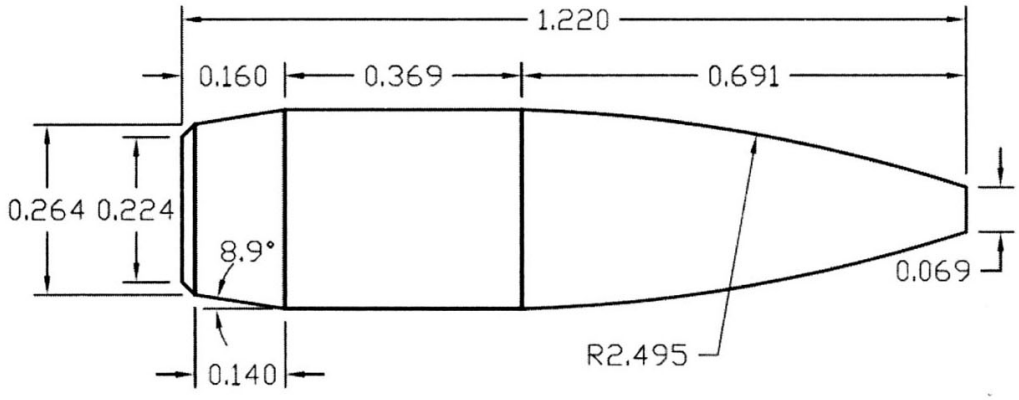
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**9.6 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.233 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.96**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.375	1.021	0.229	0.567	0.413
2000 / 1.79	0.315	1.007	0.233	0.507	0.462
2500 / 2.23	0.276	0.971	0.241	0.488	0.480
3000 / 2.68	0.248	0.953	0.246	0.467	0.501
Средние:		**0.988**	**0.237**	**0.507**	**0.464**
Вариации:		**0.068**	**0.016**	**0.100**	**0.089**

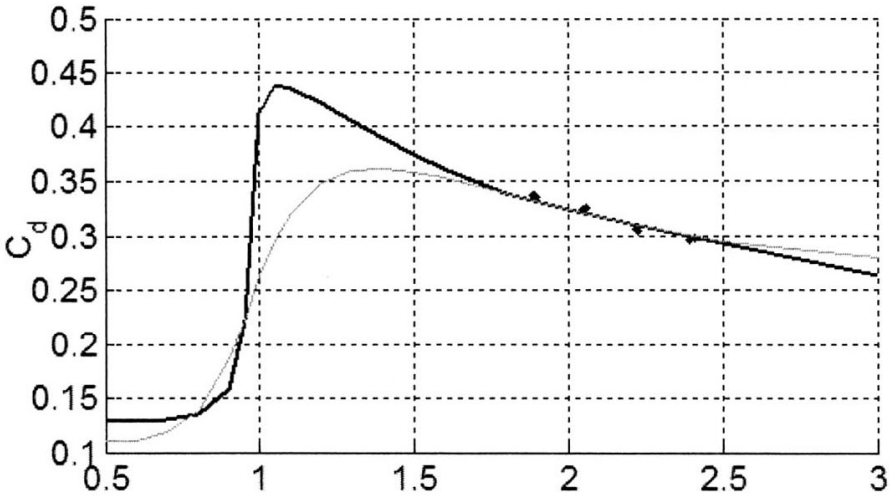
168-грановая .308 калибра Berger BT



Размеры сняты с Lot#859

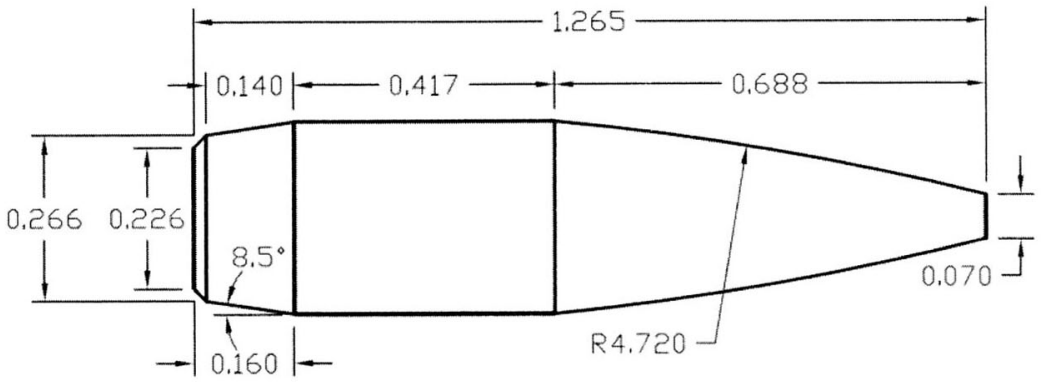
Размер Выборки: 6	**Радиус Оживала:** 8.1 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.253 lb/in^2	**Rt/R:** 0.85

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.414	1.128	0.224	0.627	0.403
2000 / 1.79	0.350	1.116	0.227	0.561	0.451
2500 / 2.23	0.307	1.079	0.234	0.542	0.467
3000 / 2.68	0.276	1.060	0.239	0.520	0.487
Средние:		**1.096**	**0.231**	**0.563**	**0.452**
Вариации:		**0.068**	**0.014**	**0.107**	**0.083**

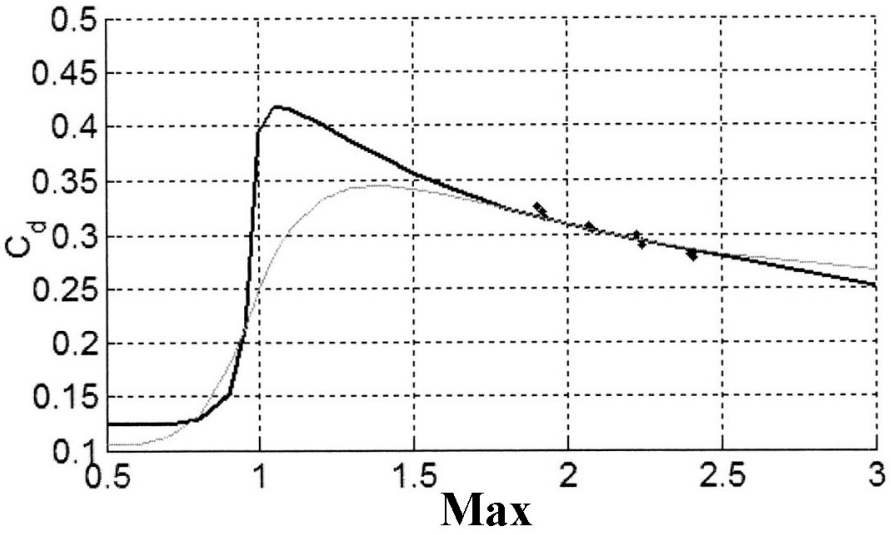
168-грановая .308 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#664

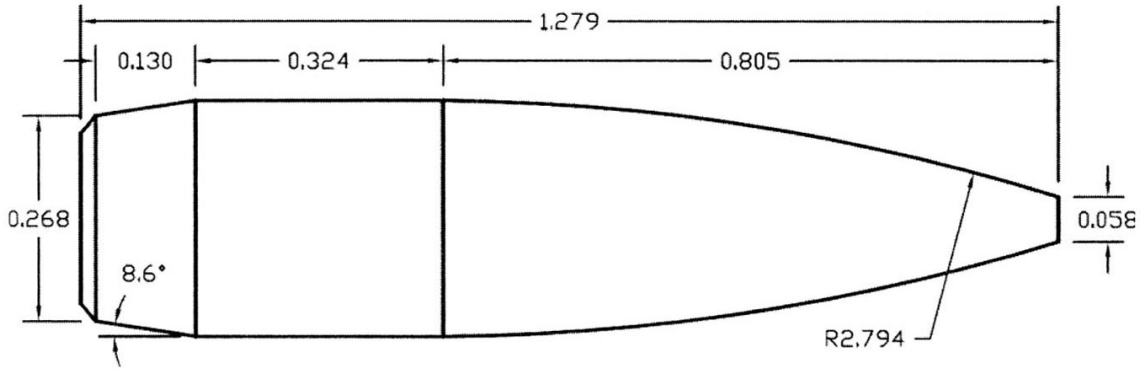
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 15.33 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.253 lb/in^2	**Rt/R:** 0.48

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.396	1.078	0.235	0.599	0.422
2000 / 1.79	0.334	1.066	0.237	0.536	0.472
2500 / 2.23	0.293	1.031	0.245	0.518	0.489
3000 / 2.68	0.263	1.013	0.250	0.496	0.510
Средние:		**1.047**	**0.242**	**0.537**	**0.473**
Вариации:		**0.066**	**0.015**	**0.103**	**0.088**

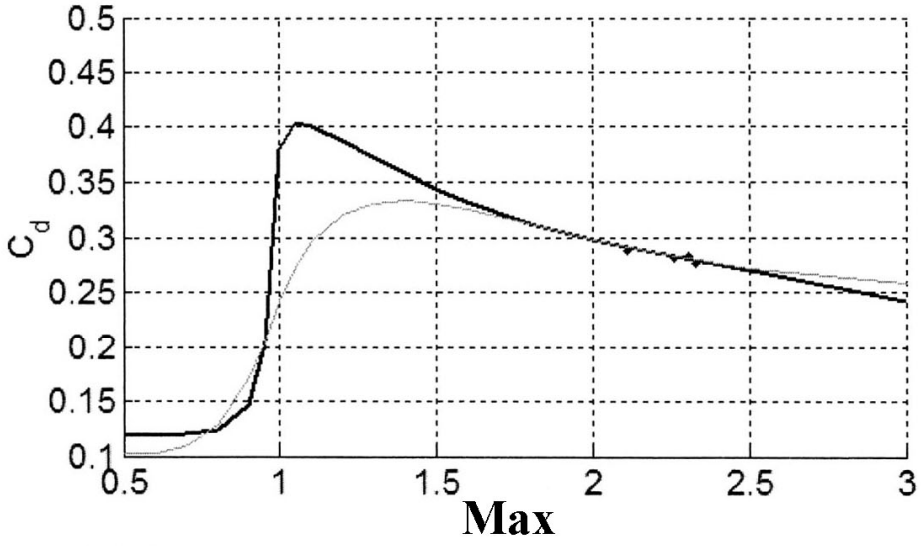
175-грановая .308 калибра Berger Long Range BT



Размеры сняты с Lot#1383

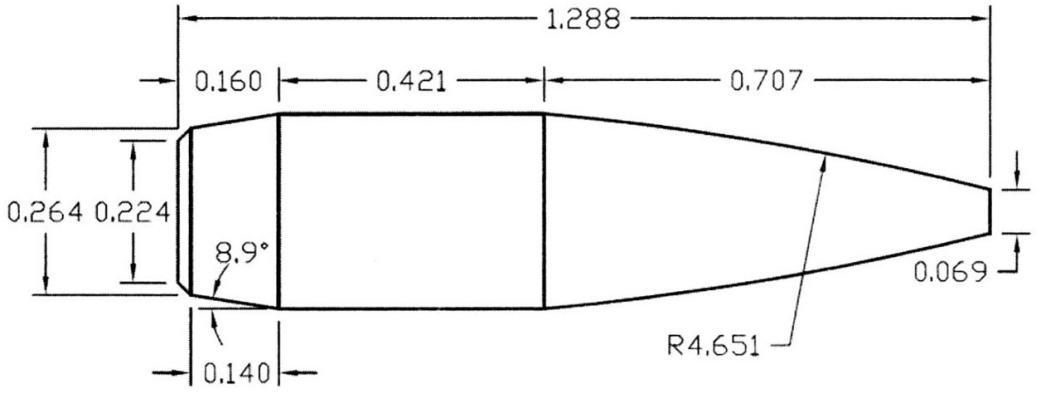
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 9.07 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.264 lb/in^2	**Rt/R:** 1.00

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.362	0.985	0.268	0.548	0.481
2000 / 1.79	0.316	1.008	0.262	0.507	0.520
2500 / 2.23	0.284	1.000	0.264	0.502	0.525
3000 / 2.68	0.261	1.003	0.263	0.492	0.536
Средние:		**0.999**	**0.264**	**0.512**	**0.515**
Вариации:		**0.022**	**0.006**	**0.056**	**0.054**

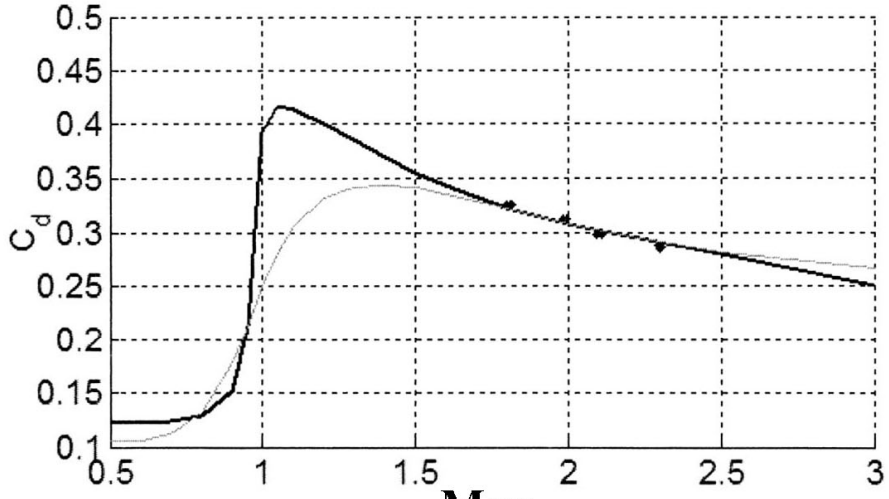
175-грановая .308 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#667

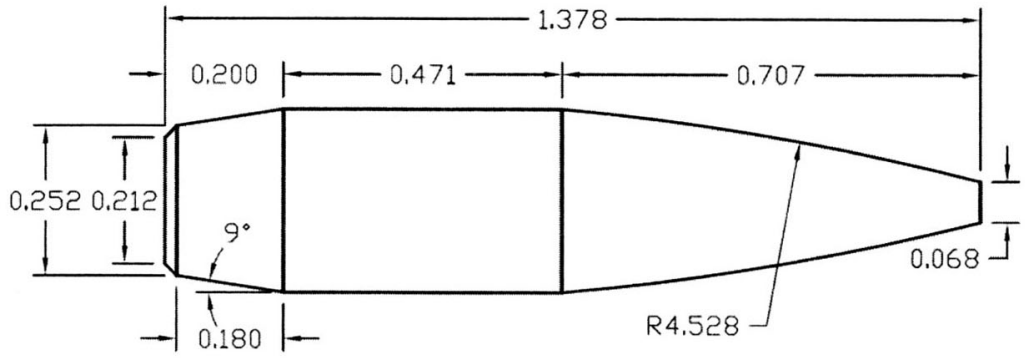
Размер Выборки: 6	**Радиус Оживала:** 15.1 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.264 lb/in^2	**Rt/R:** 0.50

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.391	1.064	0.248	0.591	0.446
2000 / 1.79	0.330	1.054	0.250	0.530	0.497
2500 / 2.23	0.290	1.020	0.258	0.512	0.515
3000 / 2.68	0.261	1.002	0.263	0.491	0.536
Средние:		**1.035**	**0.255**	**0.531**	**0.498**
Вариации:		**0.062**	**0.015**	**0.100**	**0.091**

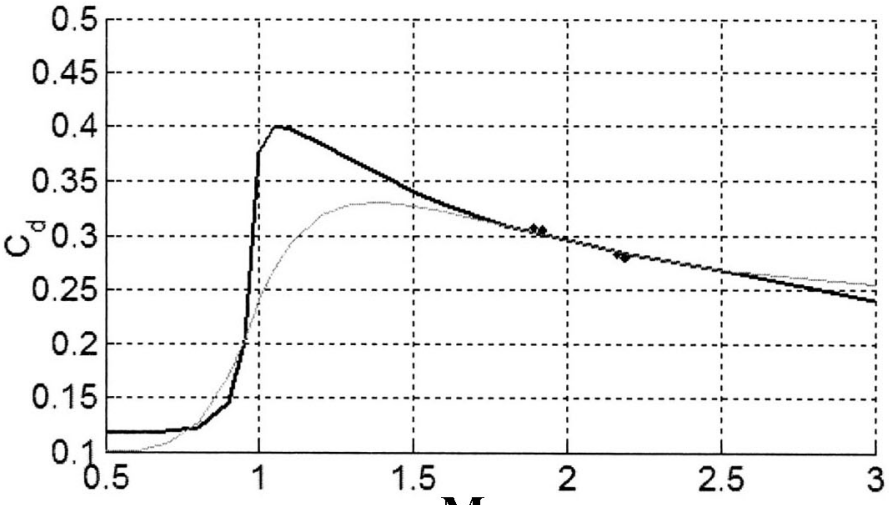
185-грановая .308 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#823

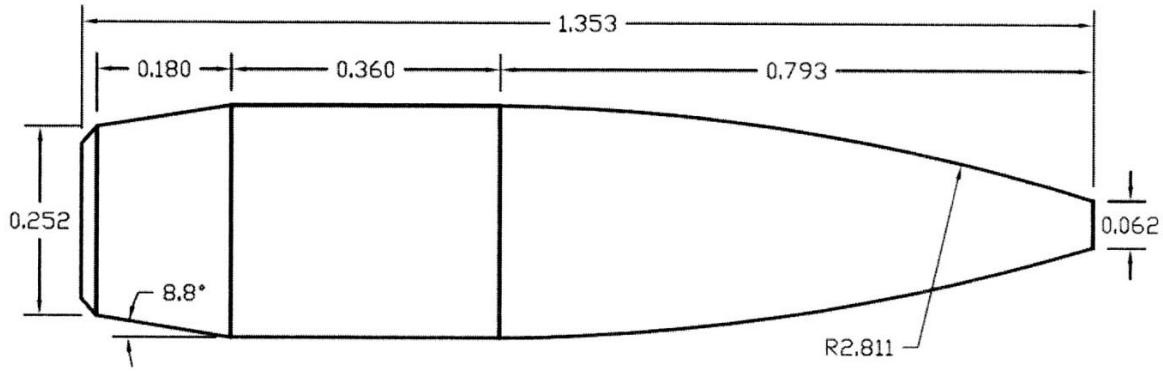
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 14.7 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.279 lb/in^2	**Rt/R:** 0.50

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.376	1.025	0.272	0.570	0.489
2000 / 1.79	0.317	1.012	0.275	0.509	0.547
2500 / 2.23	0.278	0.977	0.285	0.491	0.568
3000 / 2.68	0.249	0.958	0.291	0.470	0.593
Средние:		**0.993**	**0.281**	**0.510**	**0.549**
Вариации:		**0.068**	**0.019**	**0.100**	**0.105**

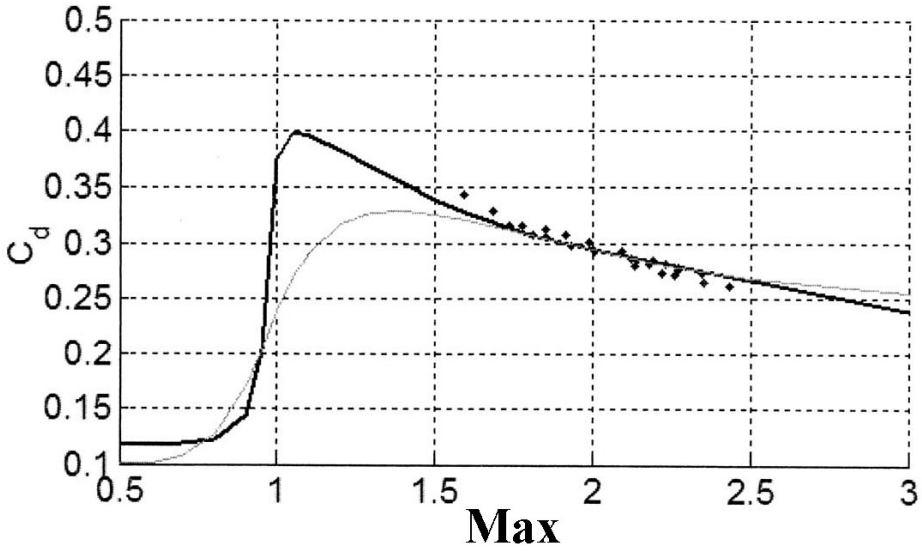
185-грановая .308 калибра Berger Long Range BT



Размеры сняты с Lot#1520

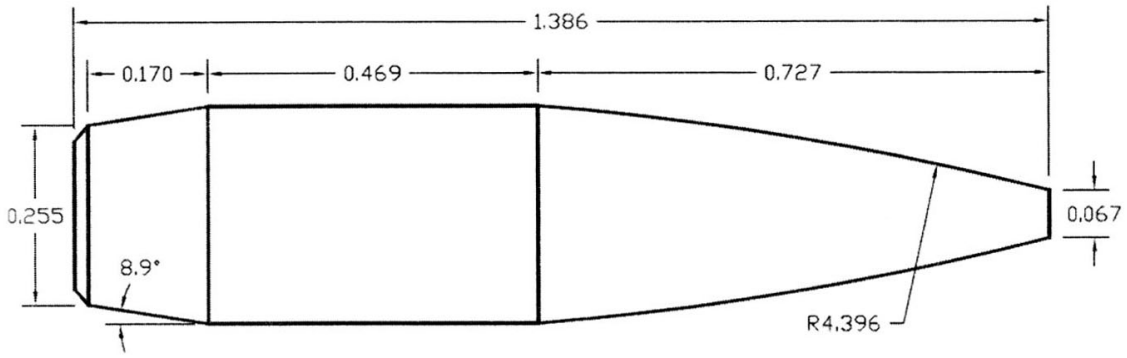
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**9.13 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.279 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.362	0.986	0.283	0.548	0.509
2000 / 1.79	0.312	0.997	0.279	0.502	0.555
2500 / 2.23	0.279	0.981	0.284	0.493	0.565
3000 / 2.68	0.254	0.977	0.285	0.479	0.582
Средние:		**0.985**	**0.283**	**0.505**	**0.553**
Вариации:		**0.020**	**0.006**	**0.069**	**0.073**

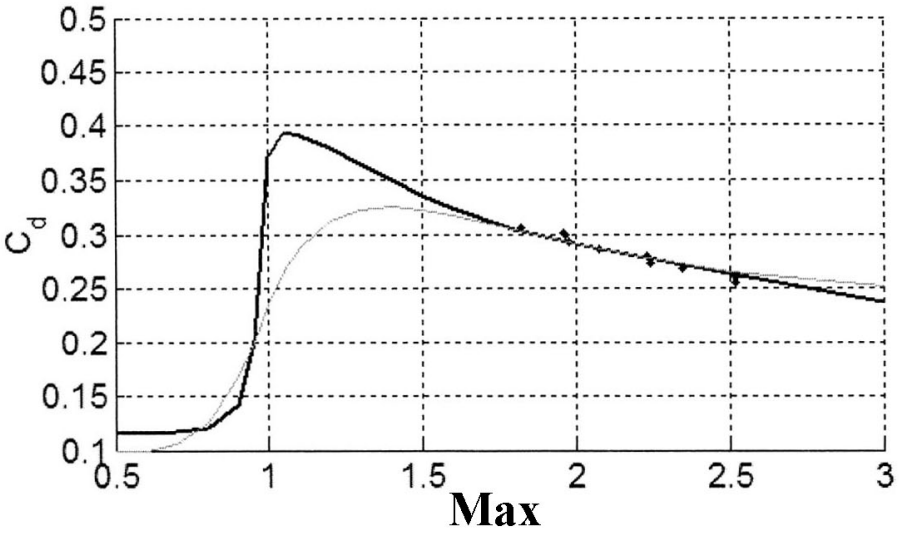
190-грановая .308 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#944

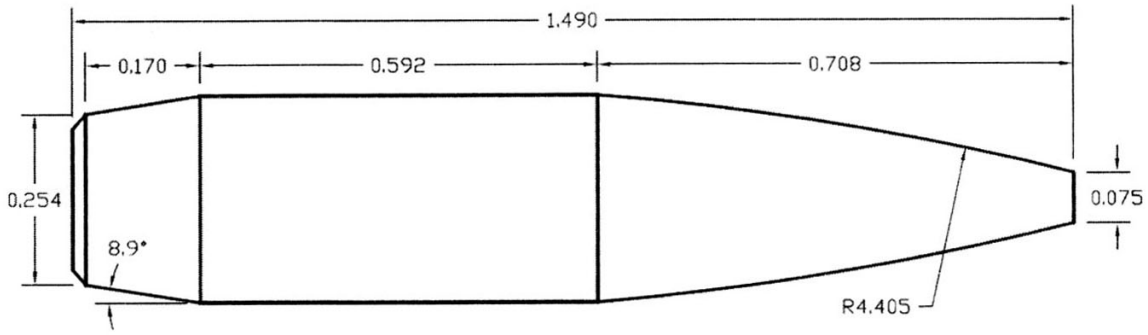
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 14.27 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.286 lb/in^2	**Rt/R:** 0.55

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.366	0.996	0.287	0.554	0.517
2000 / 1.79	0.312	0.997	0.287	0.502	0.570
2500 / 2.23	0.277	0.973	0.294	0.489	0.586
3000 / 2.68	0.250	0.963	0.297	0.472	0.606
Средние:		**0.982**	**0.291**	**0.504**	**0.570**
Вариации:		**0.034**	**0.010**	**0.082**	**0.090**

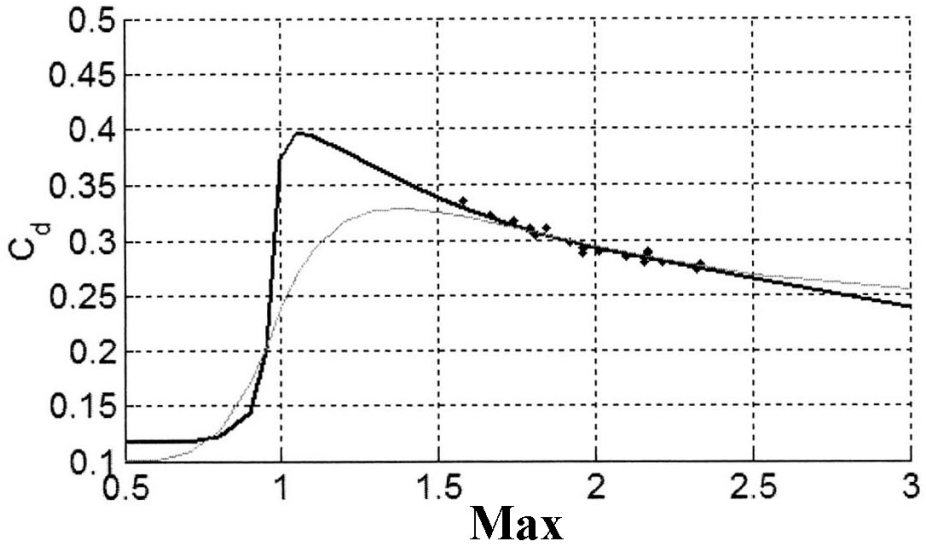
210-грановая .308 калибра Berger VLD



Размеры сняты с Lot#1130

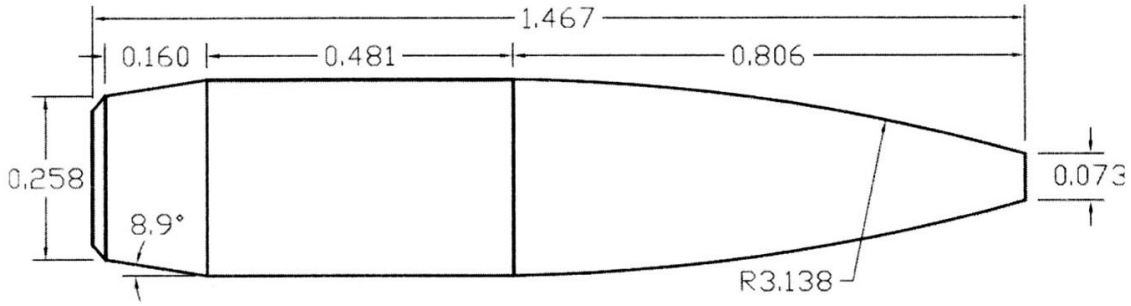
Размер Выборки: 10	**Радиус Оживала:** 14.30 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.316 lb/in^2	**Rt/R:** 0.52

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК $_{G7}$	i_1	БК $_{G1}$
1500 / 1.34	0.351	0.957	0.330	0.532	0.594
2000 / 1.79	0.309	0.986	0.321	0.496	0.638
2500 / 2.23	0.280	0.983	0.322	0.494	0.640
3000 / 2.68	0.258	0.991	0.319	0.486	0.651
Средние:		**0.979**	**0.323**	**0.502**	**0.631**
Вариации:		**0.034**	**0.011**	**0.046**	**0.057**

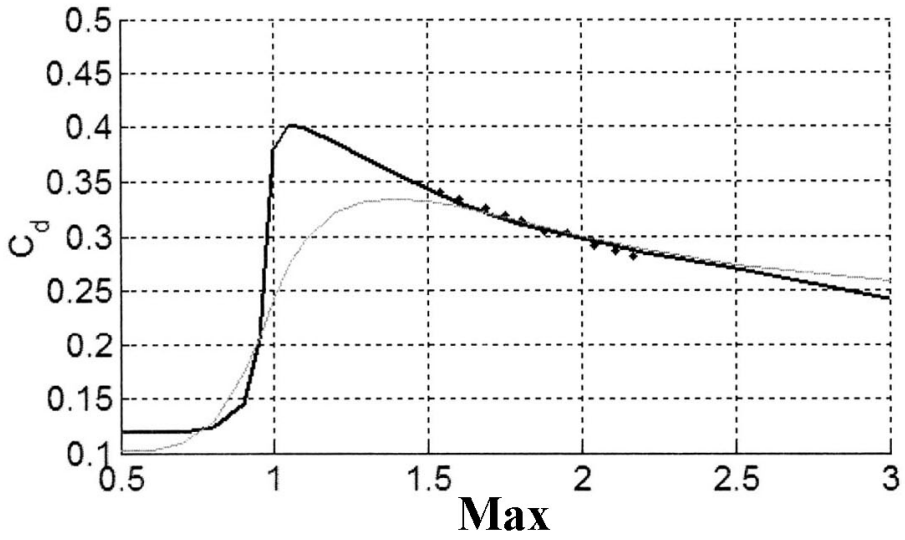
210-грановая .308 калибра Berger Long Range BT



Размеры сняты с Lot#1777

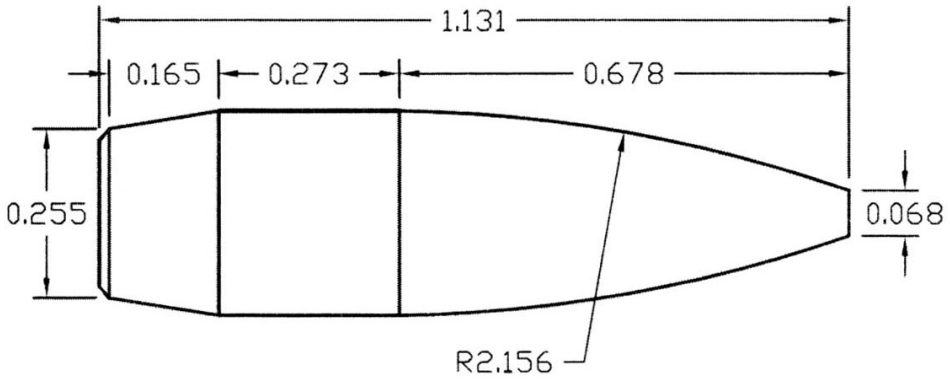
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**10.19 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.316 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.98**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.370	1.009	0.313	0.561	0.564
2000 / 1.79	0.315	1.004	0.315	0.505	0.626
2500 / 2.23	0.277	0.976	0.324	0.490	0.645
3000 / 2.68	0.250	0.962	0.329	0.472	0.670
Средние:		**0.988**	**0.320**	**0.507**	**0.626**
Вариации:		**0.047**	**0.015**	**0.089**	**0.106**

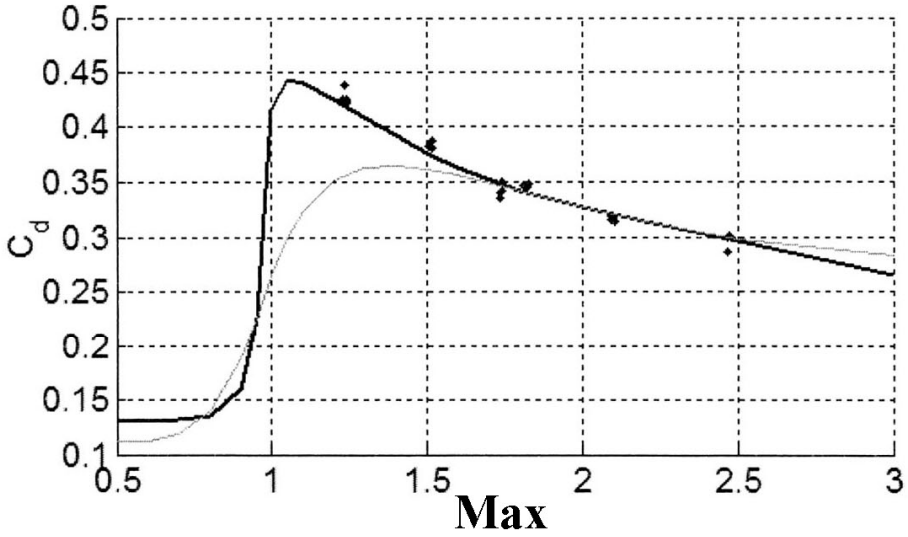
155-грановая .308 калибра Sierra Palma (2155)



Размеры сняты с Lot#003125976

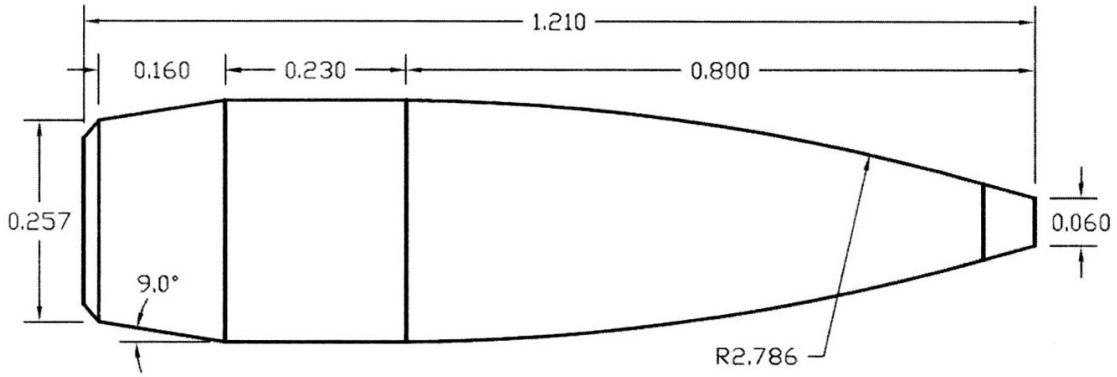
Размер Выборки:	**14**	**Радиус Оживала:**	**7.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.233 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.91**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.395	1.076	0.217	0.598	0.390
2000 / 1.79	0.345	1.102	0.212	0.554	0.421
2500 / 2.23	0.311	1.094	0.213	0.550	0.425
3000 / 2.68	0.286	1.099	0.212	0.538	0.433
Средние:		**1.092**	**0.214**	**0.560**	**0.417**
Вариации:		**0.026**	**0.005**	**0.059**	**0.043**

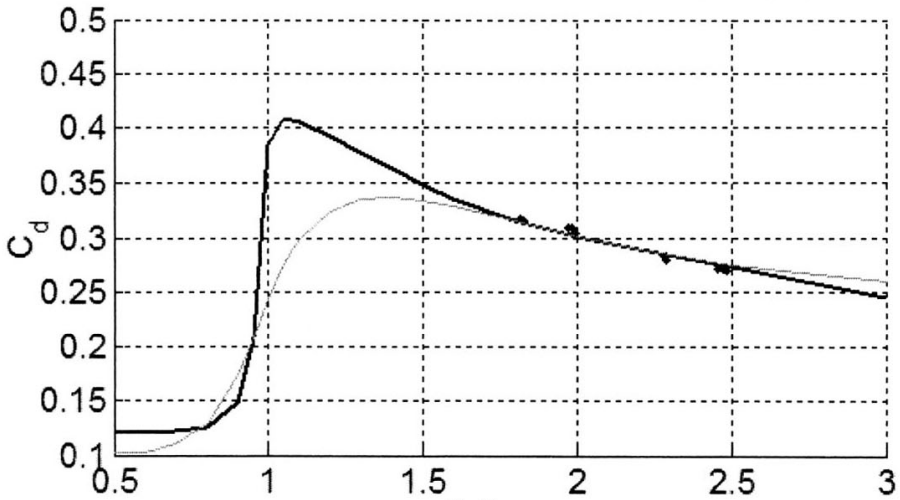
155-грановая .308 калибра Sierra Palma (2156)



Lot# неизвестен

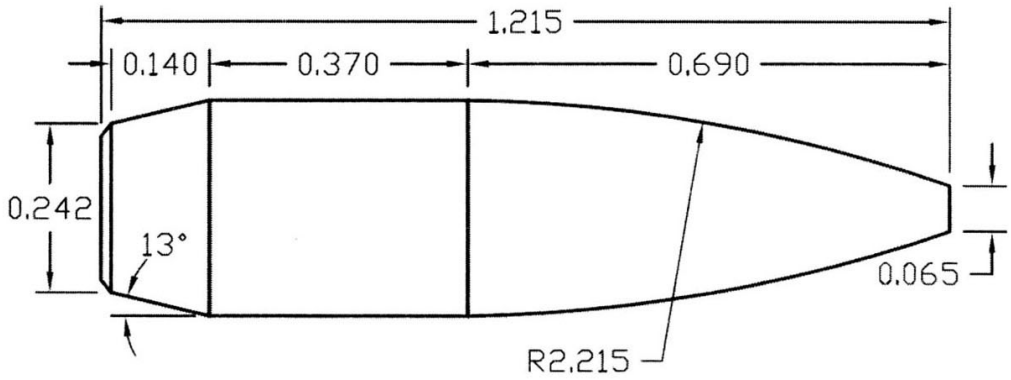
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.05 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.233 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.94**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.380	1.034	0.226	0.575	0.406
2000 / 1.79	0.324	1.033	0.226	0.520	0.449
2500 / 2.23	0.286	1.007	0.232	0.506	0.461
3000 / 2.68	0.259	0.996	0.234	0.488	0.478
Средние:		**1.018**	**0.229**	**0.522**	**0.449**
Вариации:		**0.038**	**0.009**	**0.087**	**0.072**

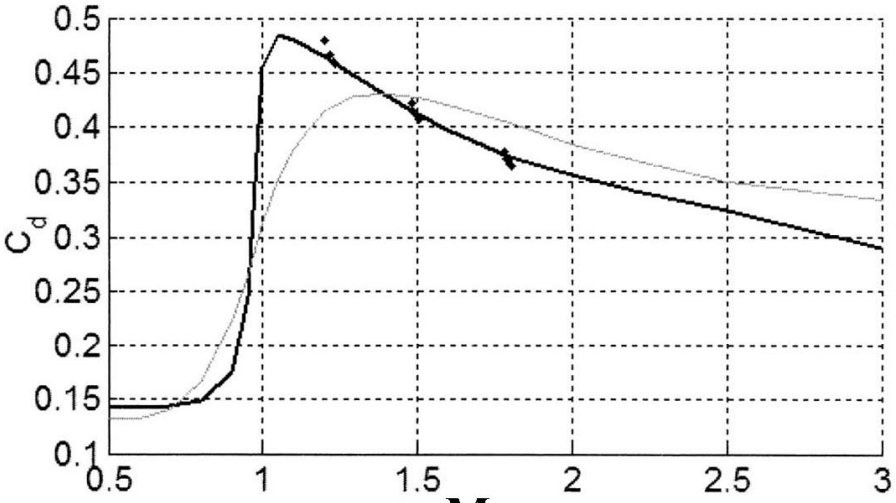
168-грановая .308 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#29414

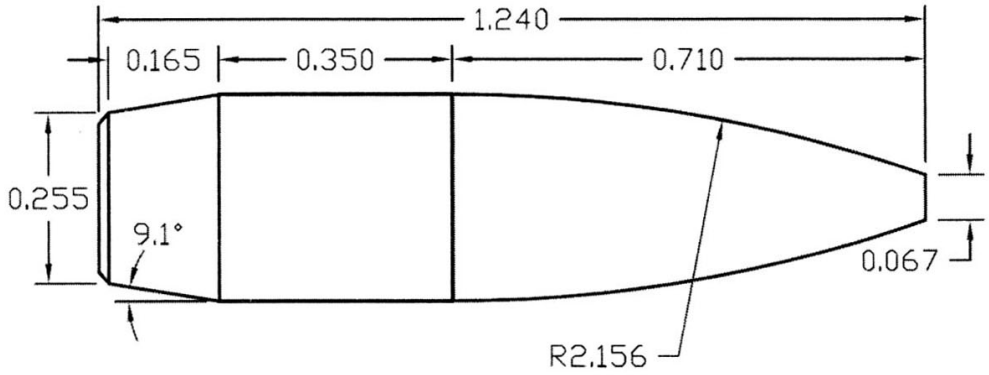
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала: 7.19 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.253 lb/in^2	**Rt/R: 0.90**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.441	1.201	0.211	0.667	0.379
2000 / 1.79	0.371	1.184	0.214	0.596	0.425
2500 / 2.23	0.325	1.142	0.222	0.574	0.441
3000 / 2.68	0.291	1.119	0.226	0.549	0.461
Средние:		**1.161**	**0.218**	**0.596**	**0.427**
Вариации:		**0.081**	**0.015**	**0.119**	**0.082**

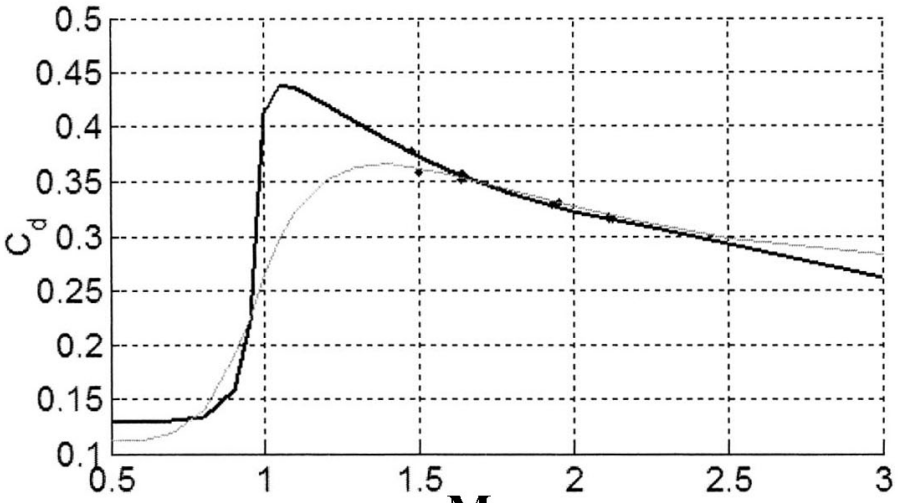
175-грановая .308 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#003843112

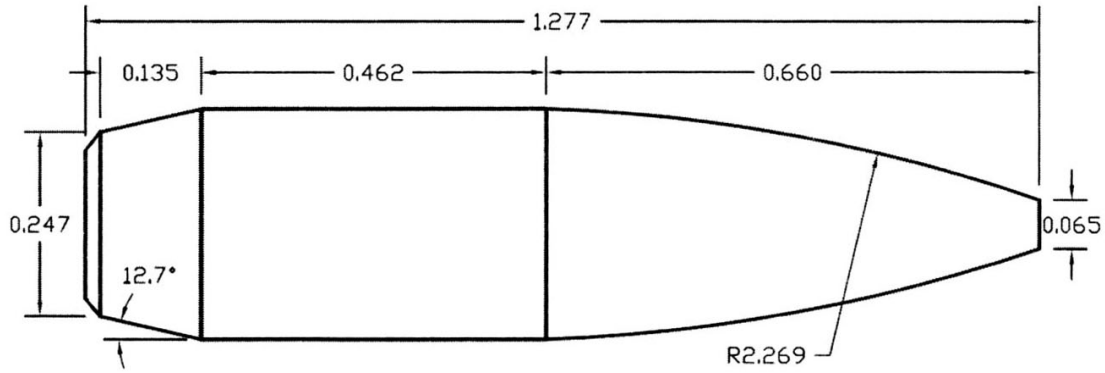
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.264 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.387	1.055	0.250	0.586	0.449
2000 / 1.79	0.341	1.090	0.242	0.548	0.481
2500 / 2.23	0.310	1.090	0.242	0.547	0.481
3000 / 2.68	0.286	1.100	0.240	0.539	0.489
Средние:		**1.084**	**0.243**	**0.555**	**0.475**
Вариации:		**0.045**	**0.010**	**0.047**	**0.039**

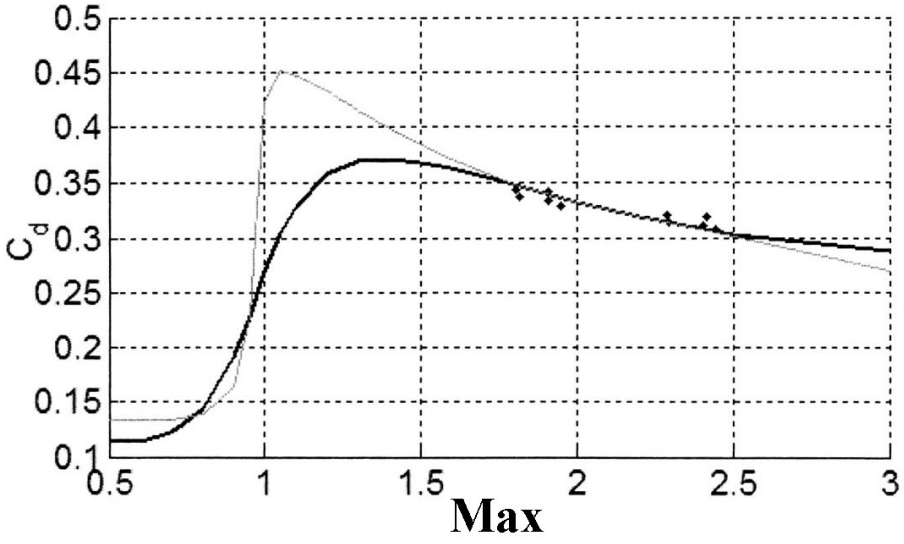
180-грановая .308 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#0035486206245

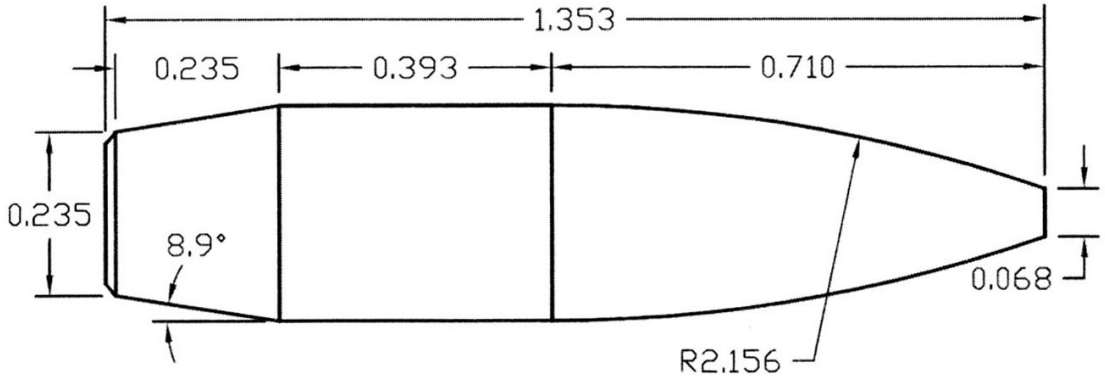
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.37 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.271 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.87**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.373	1.017	0.267	0.565	0.480
2000 / 1.79	0.342	1.091	0.248	0.549	0.494
2500 / 2.23	0.320	1.124	0.241	0.565	0.480
3000 / 2.68	0.302	1.163	0.233	0.570	0.475
Средние:		**1.099**	**0.247**	**0.562**	**0.482**
Вариации:		**0.146**	**0.034**	**0.021**	**0.018**

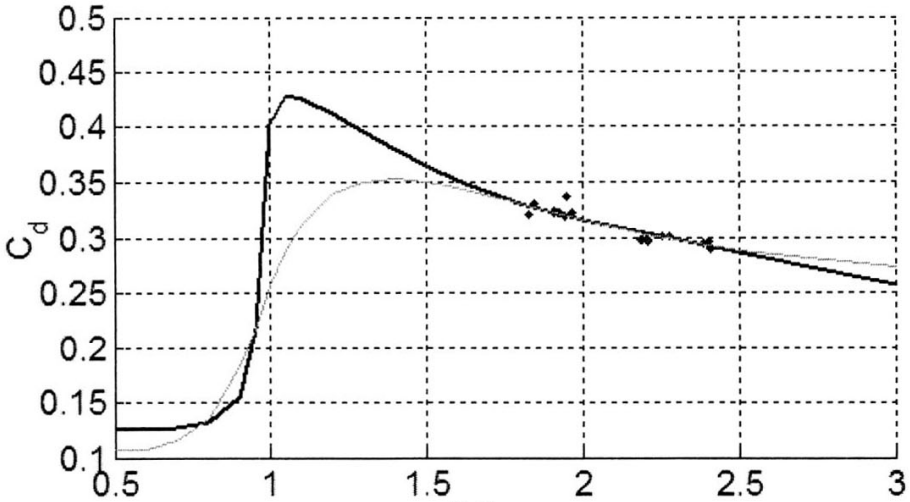
190-грановая .308 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#002323479

Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**7.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.286 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.0**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



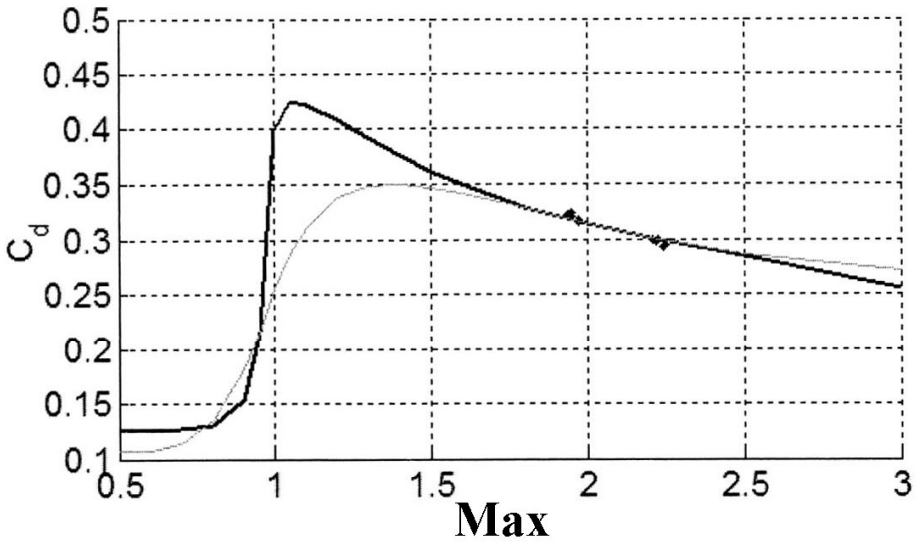
фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.390	1.063	0.269	0.591	0.484
2000 / 1.79	0.337	1.074	0.266	0.541	0.529
2500 / 2.23	0.300	1.056	0.271	0.531	0.539
3000 / 2.68	0.273	1.052	0.272	0.516	0.555
Средние:		**1.061**	**0.270**	**0.544**	**0.527**
Вариации:		**0.023**	**0.006**	**0.075**	**0.071**

200-грановая .308 калибра Sierra MatchKing

Рисунок отсутствует

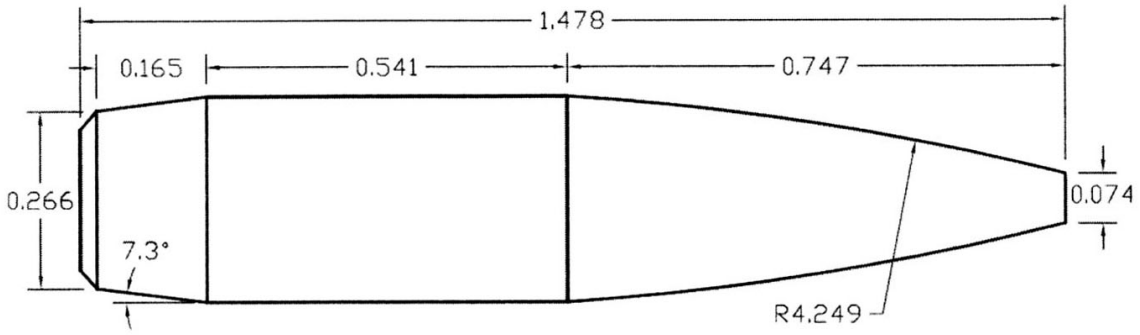
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** Отсутствует
Поперечная Нагрузка: 0.301 lb/in^2	**Rt/R:** Отсутствует

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.400	1.089	0.276	0.605	0.497
2000 / 1.79	0.338	1.077	0.280	0.542	0.556
2500 / 2.23	0.296	1.041	0.289	0.523	0.576
3000 / 2.68	0.266	1.023	0.295	0.501	0.601
Средние:		**1.058**	**0.285**	**0.543**	**0.557**
Вариации:		**0.067**	**0.018**	**0.104**	**0.103**

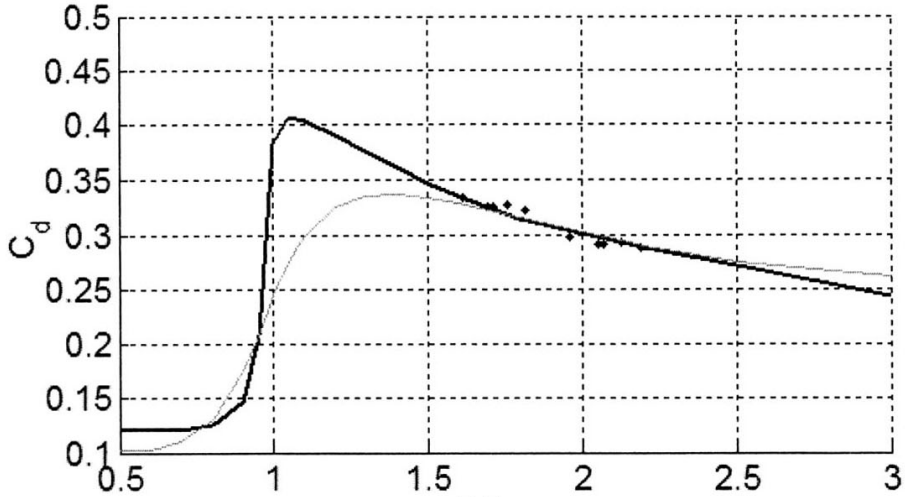
210-грановая .308 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot# Неизвестн.

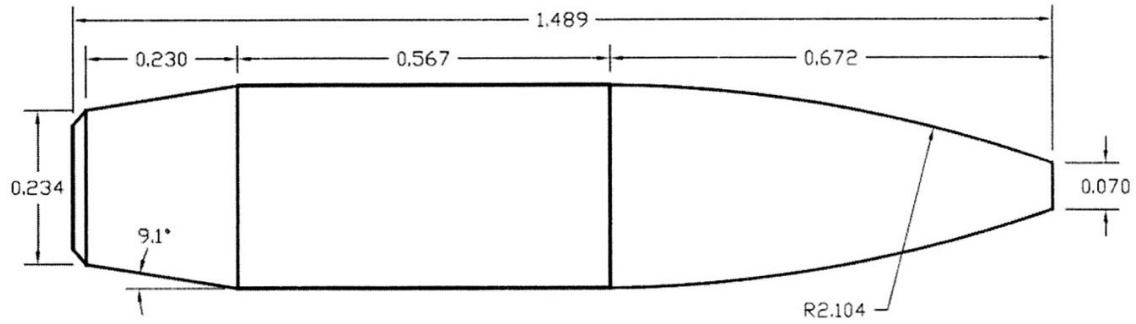
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**13.80 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.316 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.62**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.379	1.033	0.306	0.574	0.551
2000 / 1.79	0.319	1.019	0.310	0.513	0.617
2500 / 2.23	0.280	0.984	0.321	0.494	0.640
3000 / 2.68	0.251	0.965	0.328	0.473	0.668
Средние:		**1.000**	**0.316**	**0.514**	**0.619**
Вариации:		**0.067**	**0.021**	**0.101**	**0.117**

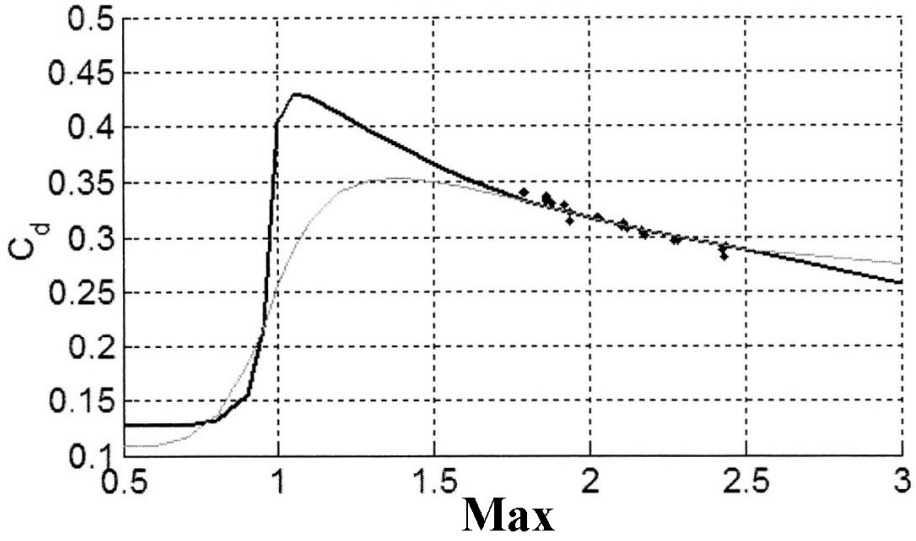
220-грановая .308 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#0039477615817

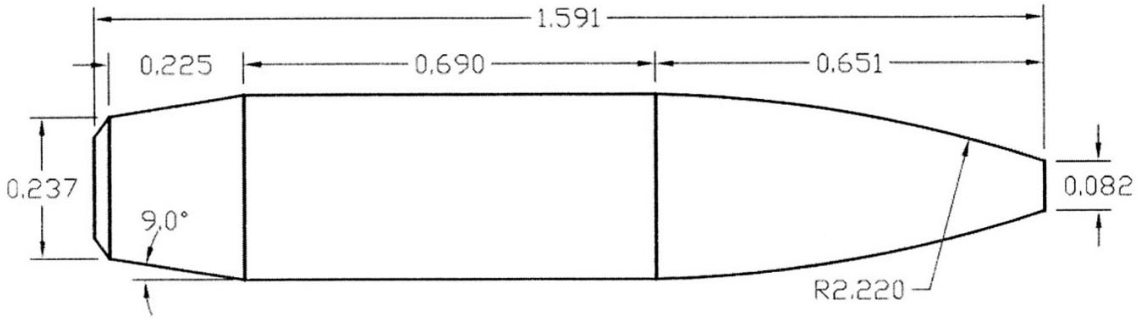
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**6.82 калибры**
Поперечная Нагрузка:	**0.331 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.95**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.400	1.089	0.304	0.605	0.547
2000 / 1.79	0.340	1.086	0.305	0.546	0.607
2500 / 2.23	0.300	1.056	0.314	0.530	0.625
3000 / 2.68	0.271	1.042	0.318	0.511	0.648
Средние:		**1.068**	**0.310**	**0.548**	**0.607**
Вариации:		**0.047**	**0.014**	**0.094**	**0.101**

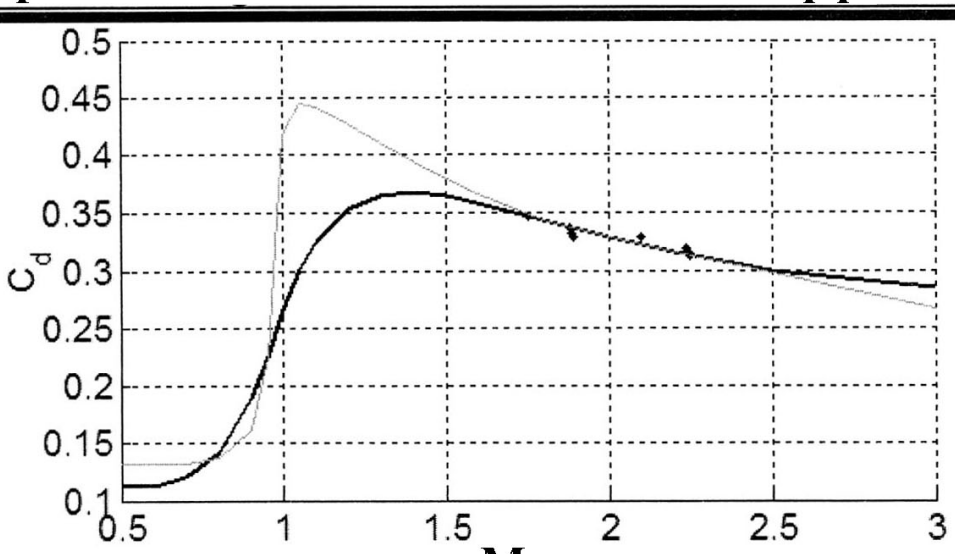
240-грановая .308 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot#0035667661313

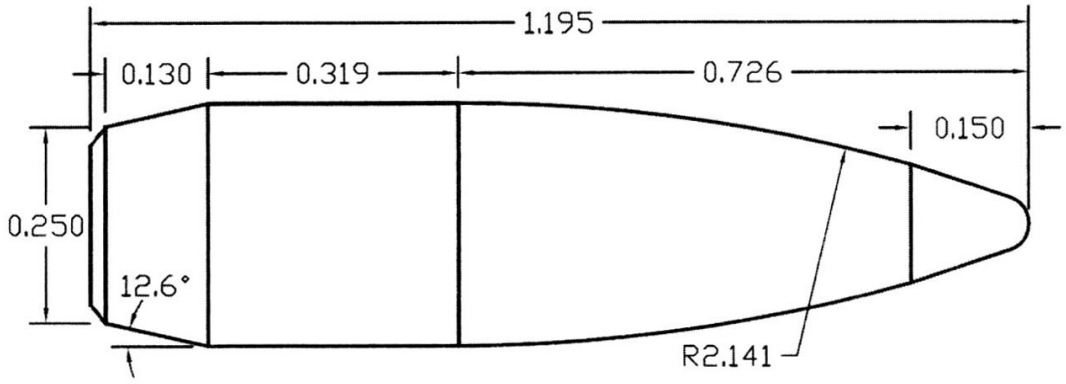
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.2 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.361 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.89**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.371	1.012	0.357	0.562	0.643
2000 / 1.79	0.340	1.085	0.333	0.546	0.662
2500 / 2.23	0.317	1.116	0.324	0.561	0.644
3000 / 2.68	0.300	1.154	0.313	0.566	0.639
Средние:		**1.092**	**0.332**	**0.559**	**0.647**
Вариации:		**0.143**	**0.044**	**0.020**	**0.024**

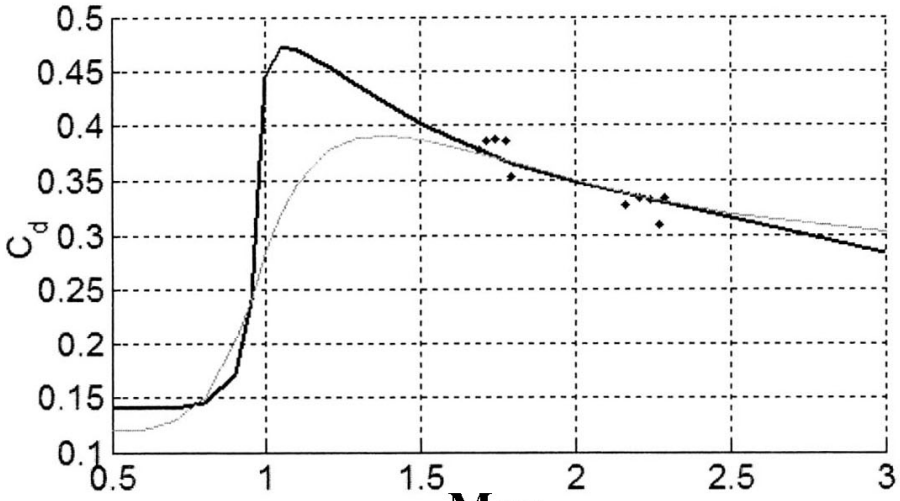
165-грановая .308 калибра Sierra Game King



Размеры сняты с Lot# 004680245

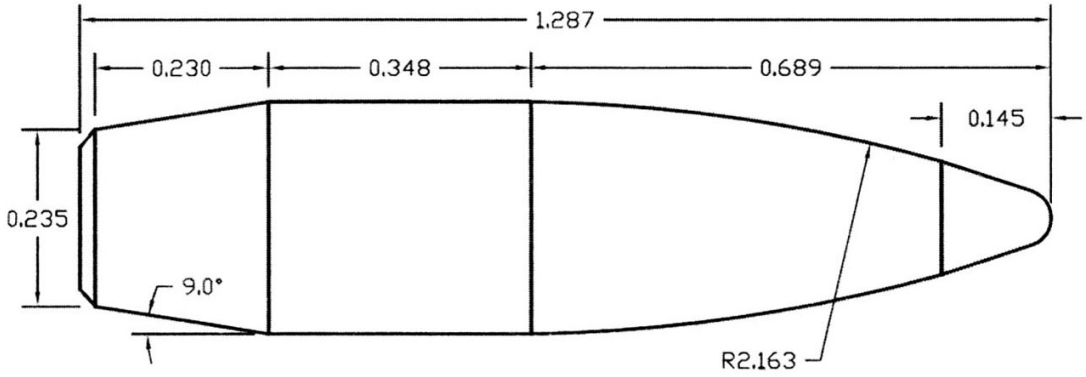
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**6.95 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.249 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.441	1.202	0.207	0.668	0.372
2000 / 1.79	0.373	1.190	0.209	0.599	0.415
2500 / 2.23	0.328	1.152	0.216	0.579	0.429
3000 / 2.68	0.294	1.133	0.219	0.555	0.448
Средние:		**1.169**	**0.213**	**0.600**	**0.416**
Вариации:		**0.069**	**0.013**	**0.113**	**0.075**

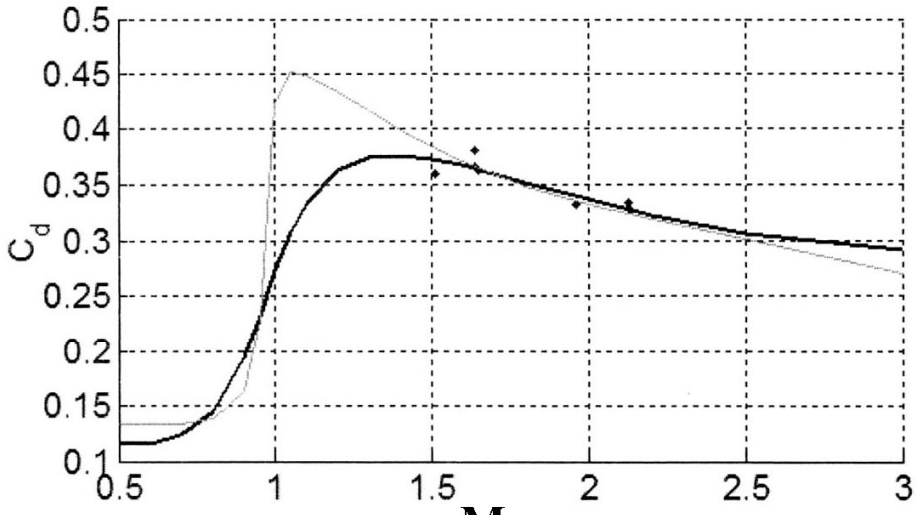
180-грановая .308 калибра Sierra GameKing



Размеры сняты с Lot#0036195825817

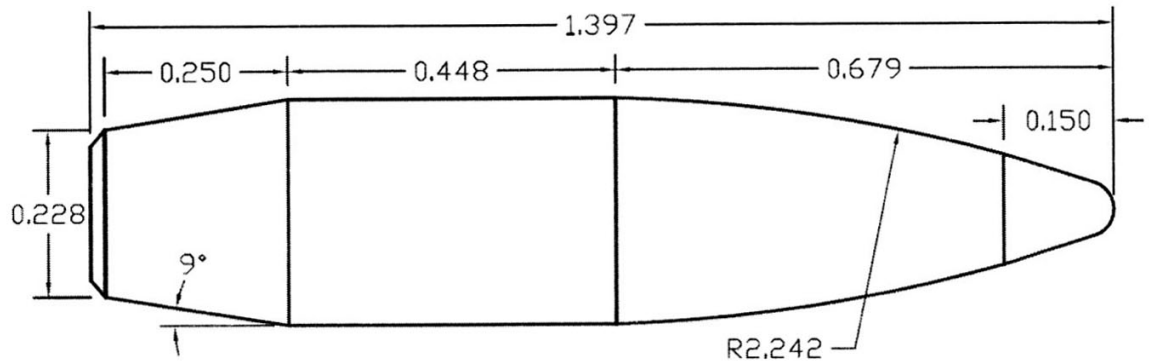
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала: 7.02 калибров**
Поперечная Нагрузка: 0.271 lb/in²	**Rt/R: 0.9**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.394	1.073	0.253	0.596	0.455
2000 / 1.79	0.352	1.122	0.242	0.564	0.480
2500 / 2.23	0.322	1.132	0.239	0.569	0.477
3000 / 2.68	0.299	1.152	0.235	0.565	0.480
Средние:		**1.120**	**0.242**	**0.574**	**0.473**
Вариации:		**0.079**	**0.017**	**0.032**	**0.026**

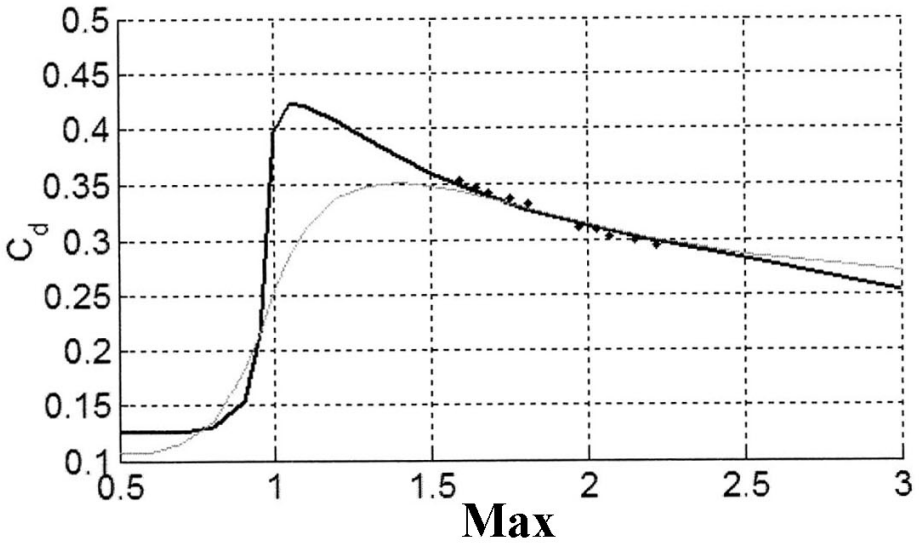
200-грановая .308 калибра Sierra Game King



Lot# неизвестен

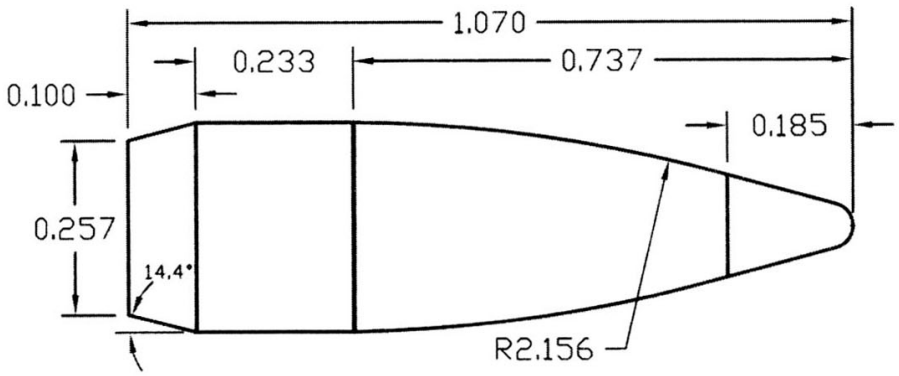
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.28 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.301 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.85**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.392	1.068	0.282	0.593	0.508
2000 / 1.79	0.332	1.059	0.284	0.533	0.565
2500 / 2.23	0.292	1.026	0.294	0.516	0.584
3000 / 2.68	0.263	1.010	0.298	0.495	0.608
Средние:		**1.041**	**0.290**	**0.534**	**0.566**
Вариации:		**0.058**	**0.016**	**0.098**	**0.101**

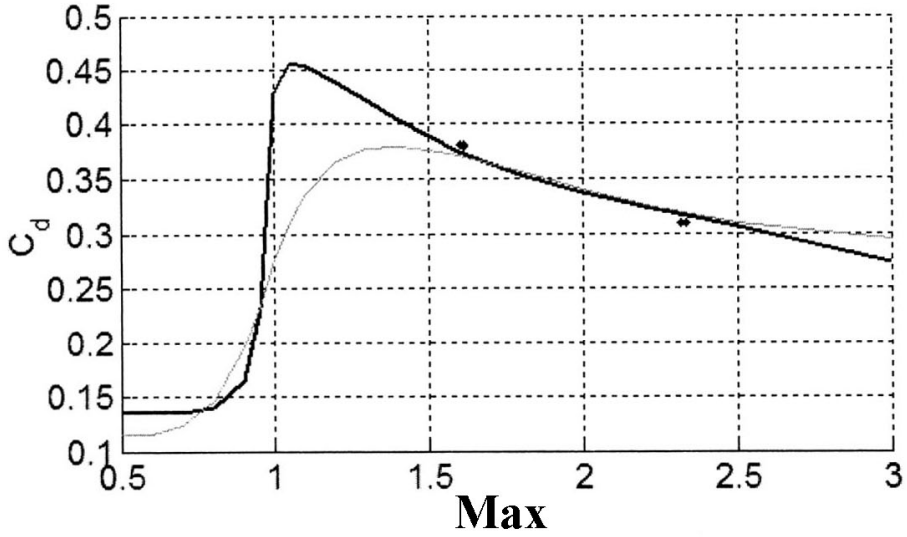
125-грановая .308 калибра Nosler Ballistic Tip



Lot# неизвестен

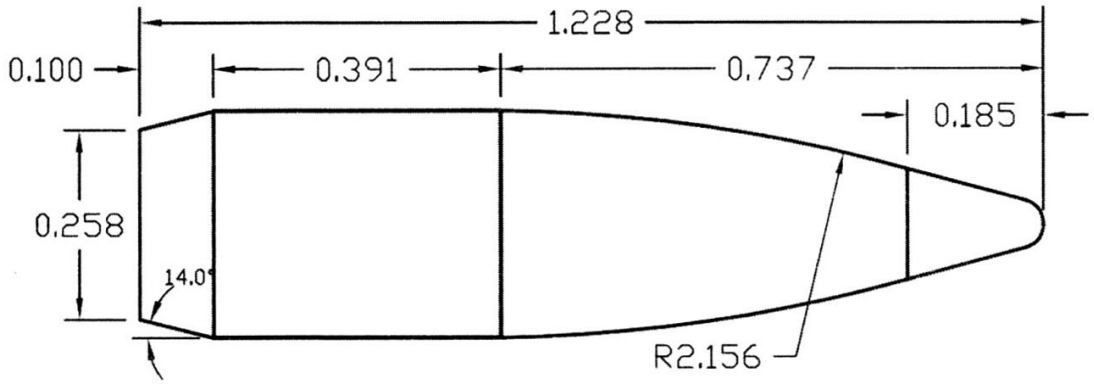
Размер Выборки:	**4**	**Радиус Оживала:**	**7.0 калибры**
Поперечная Нагрузка:	**0.188 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.0**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.423	1.152	0.163	0.640	0.294
2000 / 1.79	0.359	1.147	0.164	0.577	0.326
2500 / 2.23	0.317	1.115	0.169	0.560	0.336
3000 / 2.68	0.286	1.100	0.171	0.539	0.349
Средние:		**1.128**	**0.167**	**0.579**	**0.326**
Вариации:		**0.051**	**0.008**	**0.101**	**0.055**

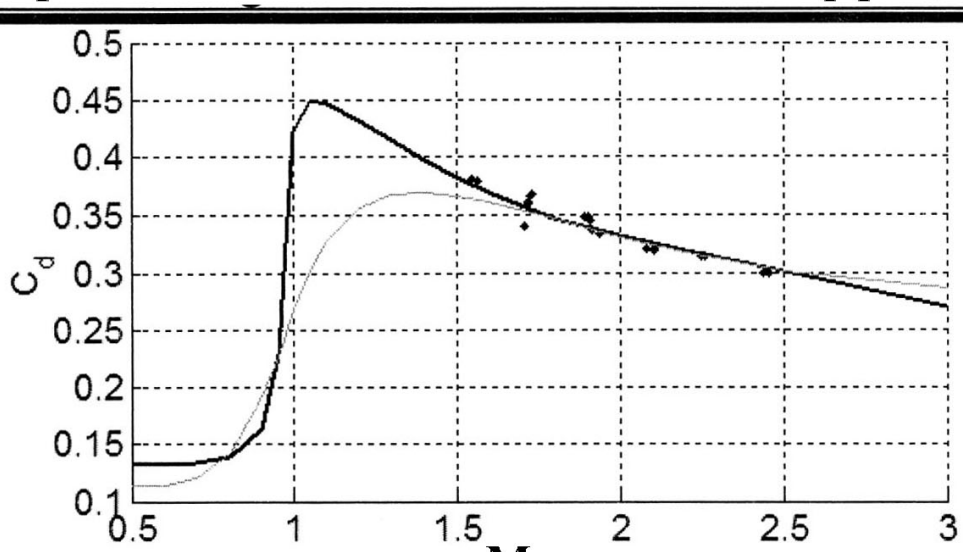
150-грановая .308 калибра Nosler Ballistic Tip



Размеры сняты с Lot#1210 3431211

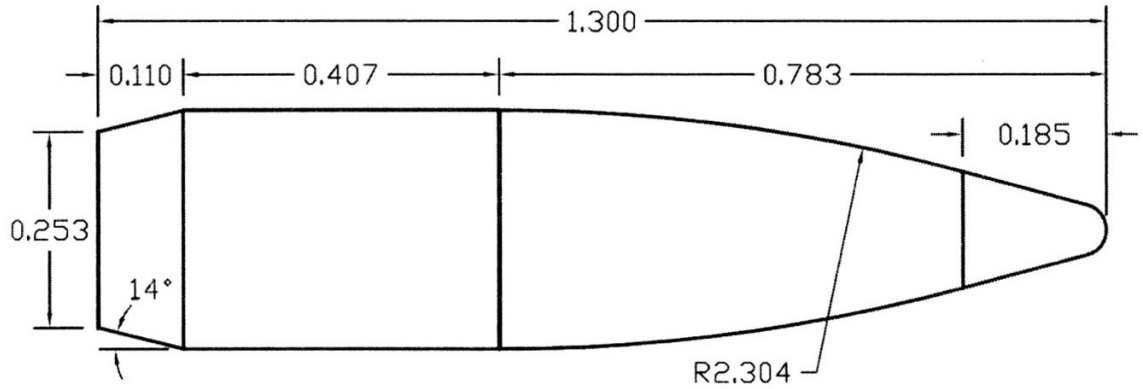
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**7.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.226 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.0**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.418	1.137	0.199	0.632	0.357
2000 / 1.79	0.355	1.133	0.199	0.570	0.396
2500 / 2.23	0.313	1.102	0.205	0.554	0.408
3000 / 2.68	0.283	1.088	0.208	0.533	0.424
Средние:		**1.115**	**0.203**	**0.572**	**0.396**
Вариации:		**0.050**	**0.009**	**0.099**	**0.066**

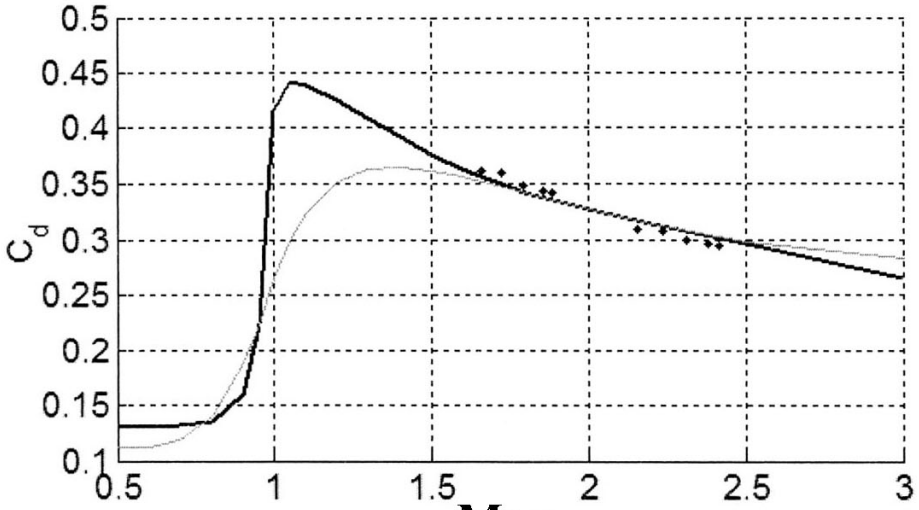
165-грановая .308 калибра Nosler Ballistic Tip



Lot# неизвестен

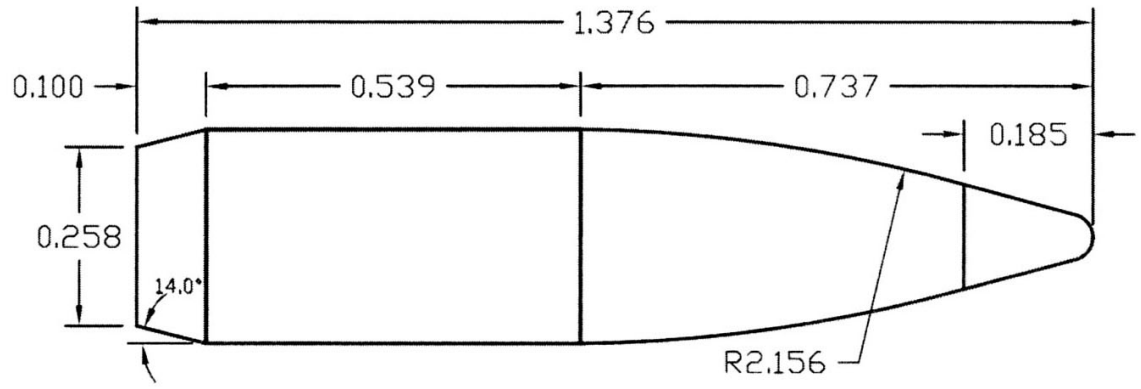
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.48 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.249 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.416	1.133	0.219	0.630	0.395
2000 / 1.79	0.350	1.117	0.222	0.562	0.442
2500 / 2.23	0.307	1.078	0.230	0.542	0.459
3000 / 2.68	0.275	1.057	0.235	0.518	0.479
Средние:		**1.096**	**0.227**	**0.563**	**0.444**
Вариации:		**0.075**	**0.016**	**0.111**	**0.085**

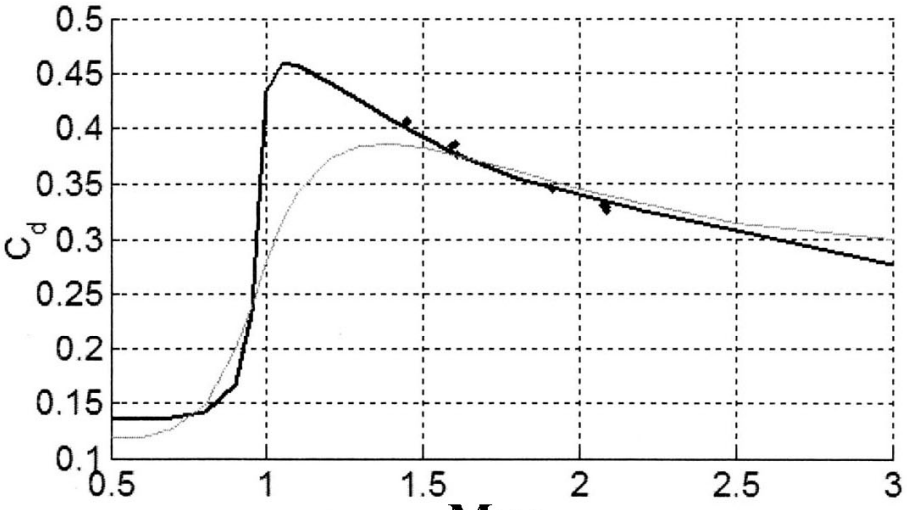
180-грановая .308 калибра Nosler Ballistic Tip



Lot# неизвестен

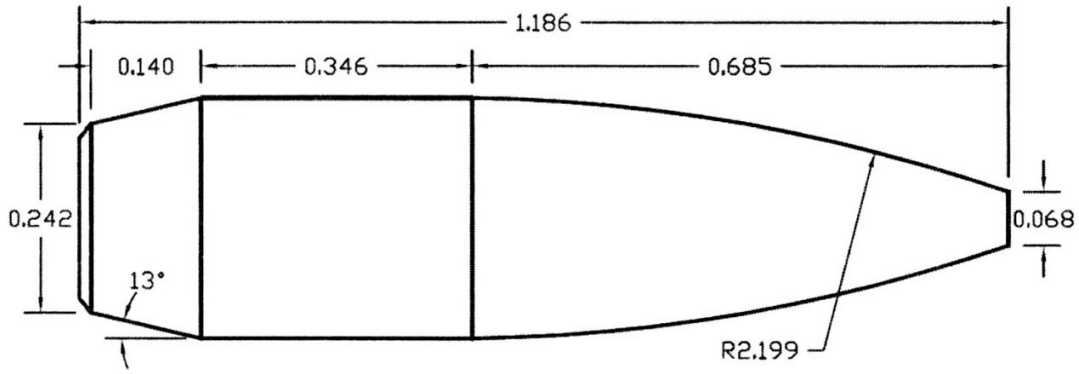
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.0 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.271 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.0**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.424	1.155	0.235	0.642	0.422
2000 / 1.79	0.359	1.146	0.237	0.576	0.470
2500 / 2.23	0.316	1.110	0.244	0.558	0.486
3000 / 2.68	0.284	1.093	0.248	0.536	0.506
Средние:		**1.126**	**0.241**	**0.578**	**0.471**
Вариации:		**0.063**	**0.013**	**0.106**	**0.084**

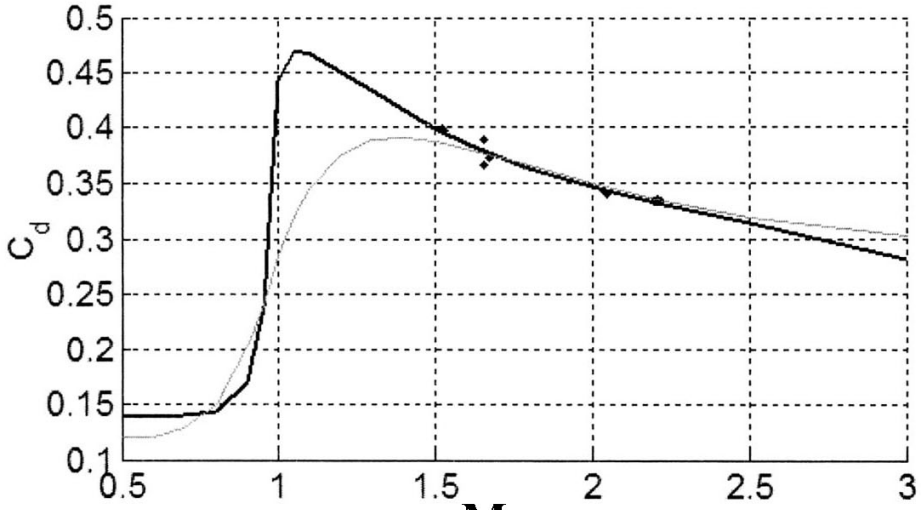
168-грановая .308 калибра Nosler Custom Competition



Размеры сняты с Lot#JE29F15-2

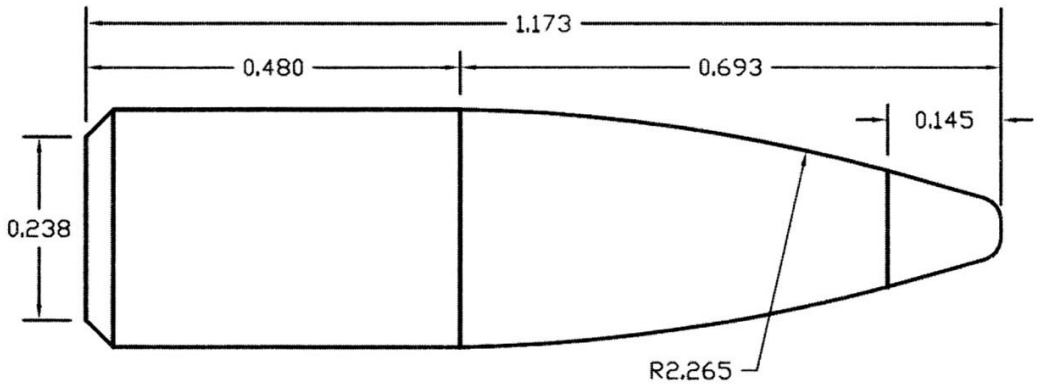
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 7.14 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.253 lb/in^2	**Rt/R:** 0.92

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.418	1.138	0.222	0.633	0.400
2000 / 1.79	0.366	1.168	0.217	0.588	0.430
2500 / 2.23	0.330	1.162	0.218	0.584	0.433
3000 / 2.68	0.304	1.169	0.217	0.573	0.442
Средние:		**1.159**	**0.218**	**0.594**	**0.426**
Вариации:		**0.030**	**0.006**	**0.060**	**0.042**

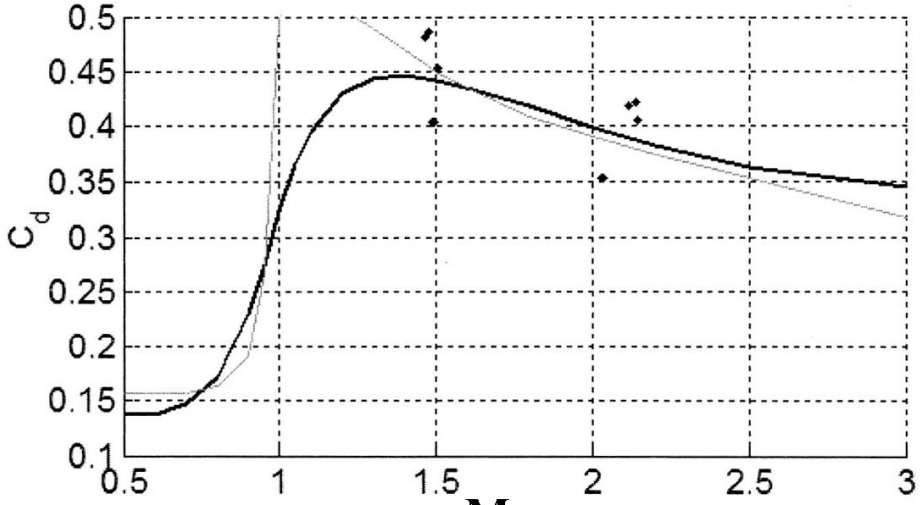
165-грановая .308 калибра Nosler Partition



Размеры сняты с Lot#EE09F1-2

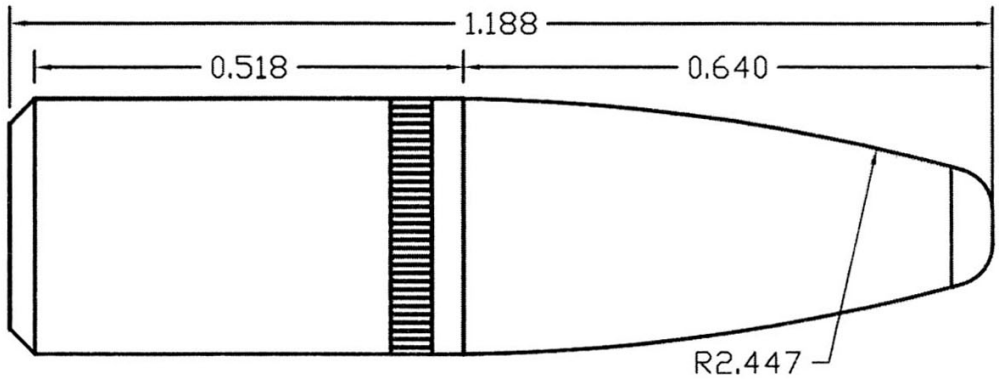
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.34 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.249 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.90**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.464	1.264	0.197	0.702	0.354
2000 / 1.79	0.414	1.323	0.188	0.666	0.373
2500 / 2.23	0.380	1.336	0.186	0.671	0.370
3000 / 2.68	0.354	1.361	0.183	0.667	0.373
Средние:		**1.321**	**0.188**	**0.677**	**0.367**
Вариации:		**0.097**	**0.014**	**0.037**	**0.020**

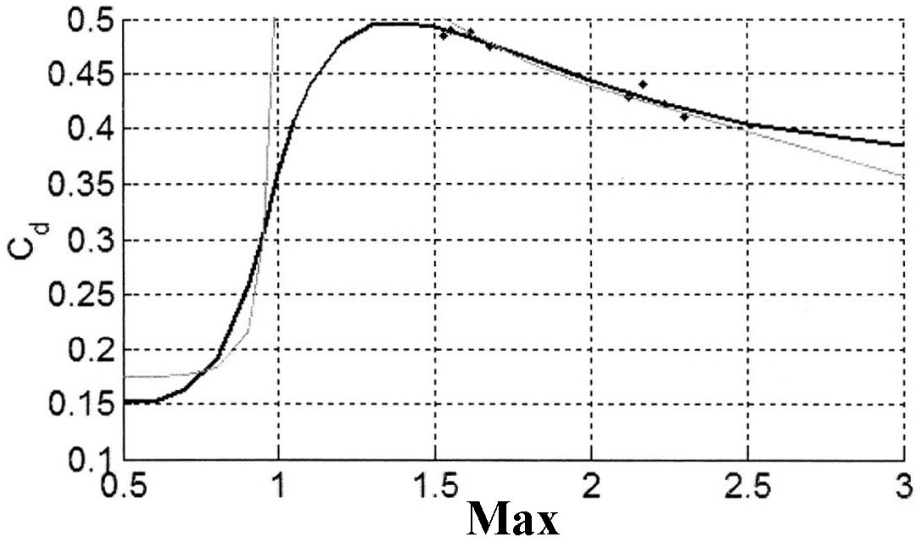
180-грановая .308 калибра Nosler Partition



Lot# неизвестен

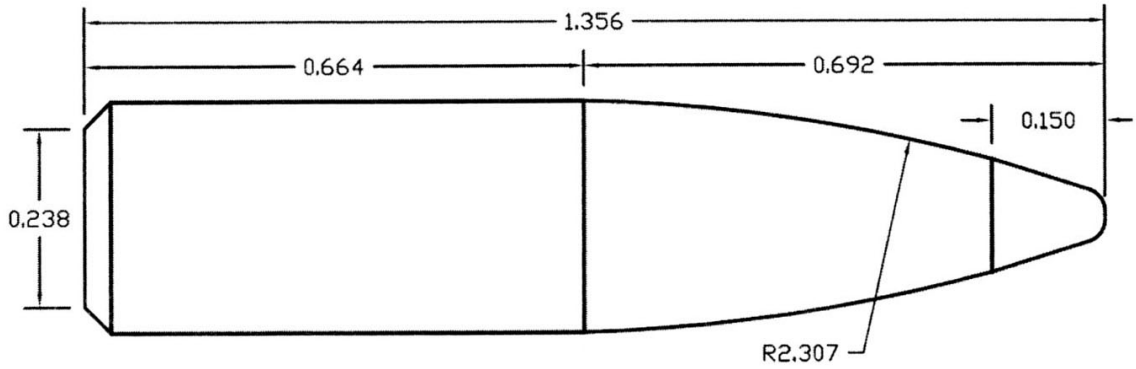
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.95 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.271 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.91**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.520	1.415	0.192	0.787	0.345
2000 / 1.79	0.463	1.478	0.183	0.744	0.364
2500 / 2.23	0.424	1.491	0.182	0.749	0.362
3000 / 2.68	0.394	1.516	0.179	0.743	0.365
Средние:		**1.475**	**0.184**	**0.756**	**0.359**
Вариации:		**0.101**	**0.013**	**0.044**	**0.020**

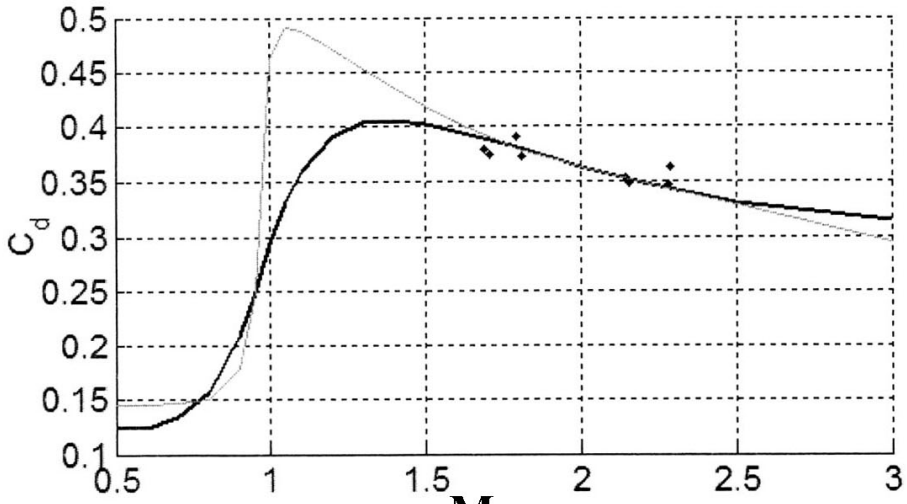
200-грановая .308 калибра Nosler Partition



Размеры сняты с Lot# HD07F2-1

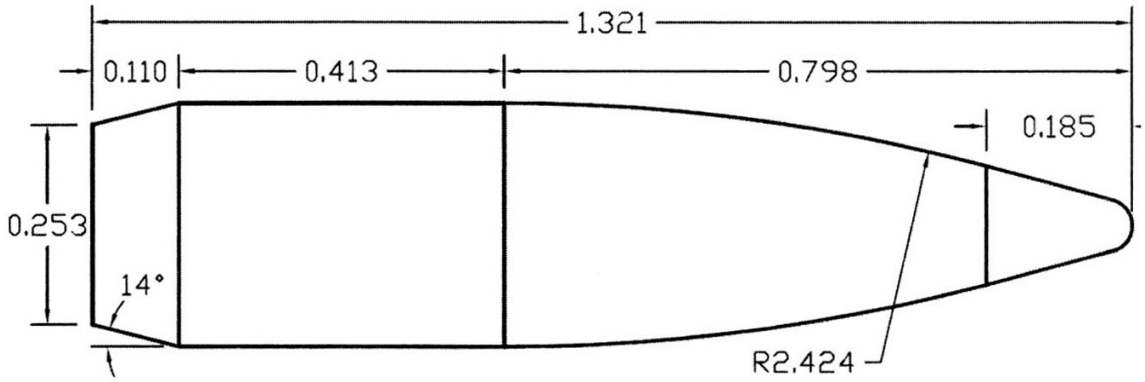
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 7.49 калибры
Поперечная Нагрузка: 0.301 lb/in^2	**Rt/R:** 0.85

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.411	1.119	0.269	0.622	0.484
2000 / 1.79	0.377	1.202	0.251	0.605	0.498
2500 / 2.23	0.352	1.238	0.243	0.622	0.484
3000 / 2.68	0.333	1.281	0.235	0.628	0.480
Средние:		**1.210**	**0.250**	**0.619**	**0.487**
Вариации:		**0.162**	**0.034**	**0.023**	**0.019**

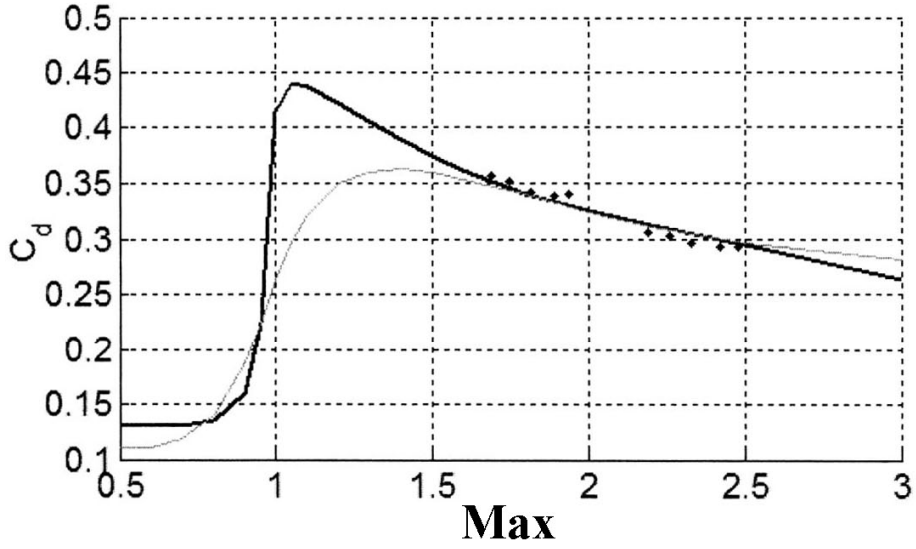
165-грановая .308 калибра Nosler Accubond



Lot# неизвестен

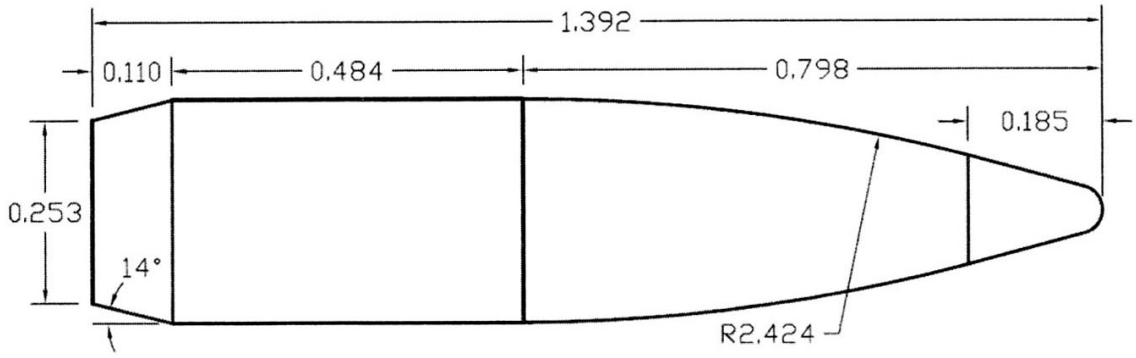
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.87 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.249 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.413	1.124	0.221	0.625	0.398
2000 / 1.79	0.349	1.112	0.223	0.560	0.444
2500 / 2.23	0.306	1.076	0.231	0.540	0.460
3000 / 2.68	0.275	1.057	0.235	0.518	0.480
Средние:		**1.092**	**0.228**	**0.561**	**0.445**
Вариации:		**0.068**	**0.014**	**0.107**	**0.082**

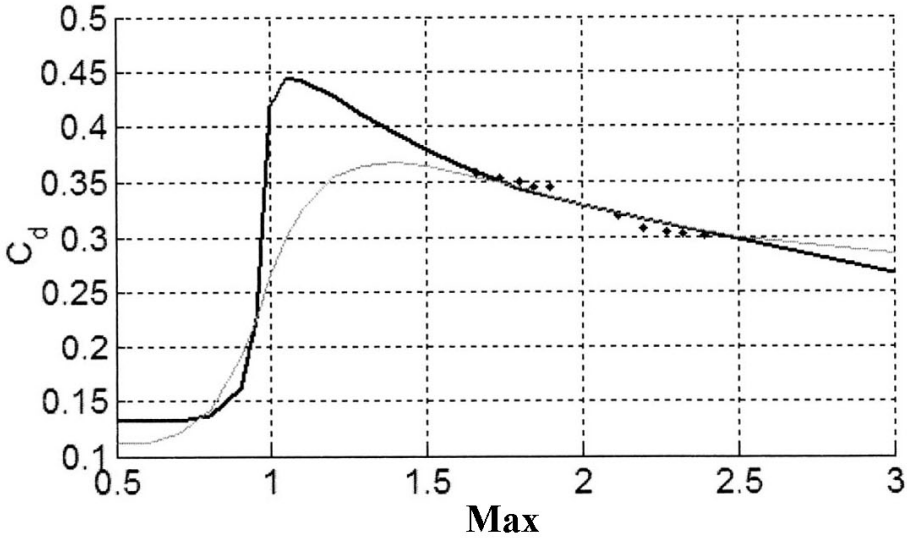
180-грановая .308 калибра Nosler Accubond



Lot# неизвестен

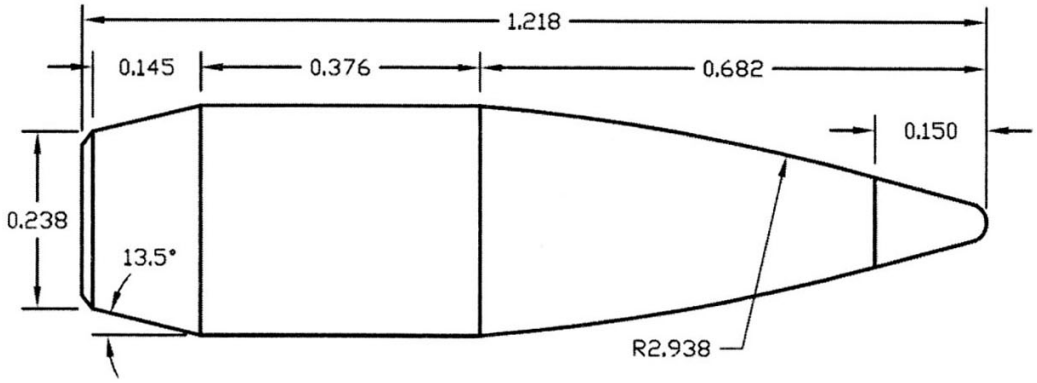
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.87 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.271 lb/in²**	**Rt/R:**	**1.00**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.413	1.126	0.241	0.626	0.433
2000 / 1.79	0.351	1.120	0.242	0.564	0.481
2500 / 2.23	0.309	1.088	0.249	0.547	0.496
3000 / 2.68	0.279	1.073	0.253	0.526	0.516
Средние:		**1.102**	**0.246**	**0.565**	**0.481**
Вариации:		**0.054**	**0.012**	**0.100**	**0.082**

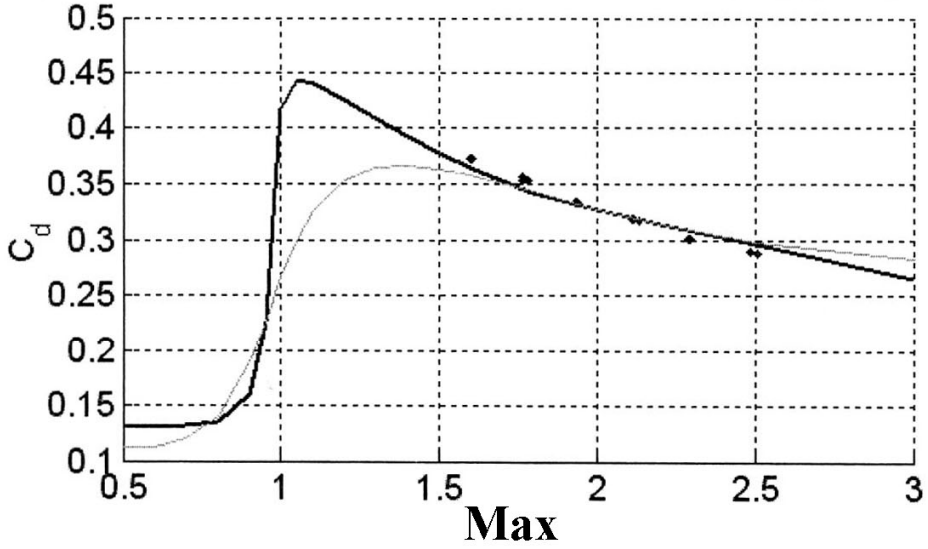
155-грановая .308 калибра Hornady Amax



Размеры сняты с Lot#30312

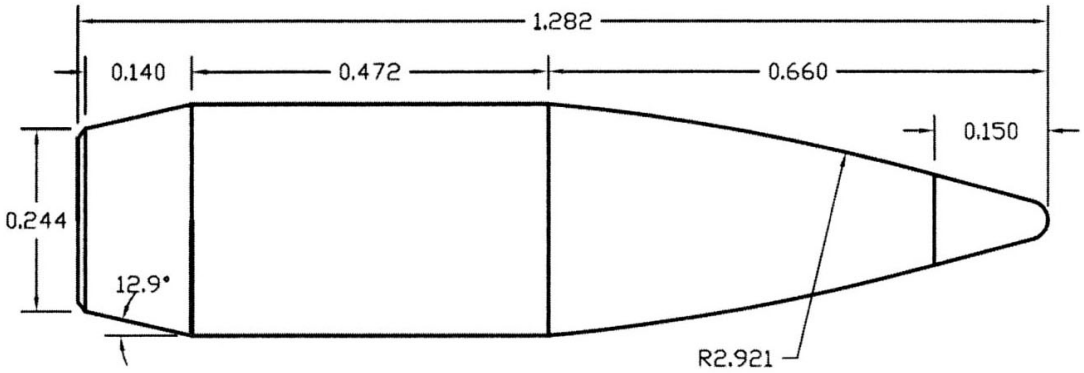
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.54 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.233 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.57**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.417	1.137	0.205	0.632	0.369
2000 / 1.79	0.351	1.121	0.208	0.564	0.414
2500 / 2.23	0.307	1.082	0.216	0.543	0.430
3000 / 2.68	0.276	1.061	0.220	0.520	0.449
Средние:		**1.100**	**0.212**	**0.565**	**0.415**
Вариации:		**0.076**	**0.015**	**0.112**	**0.080**

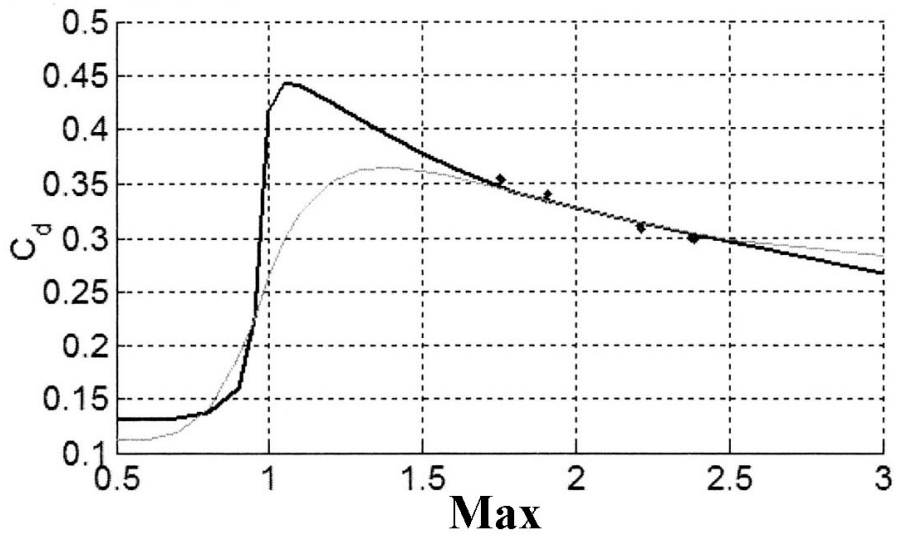
168-грановая .308 калибра Hornady Amax



Размеры сняты с Lot# 2080203

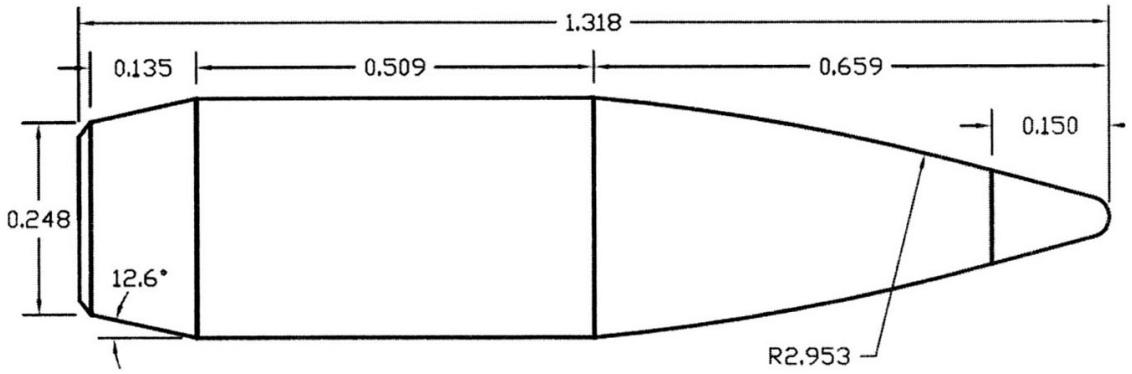
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.48 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.253 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.58**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.414	1.128	0.224	0.627	0.403
2000 / 1.79	0.351	1.120	0.226	0.564	0.449
2500 / 2.23	0.309	1.086	0.233	0.546	0.464
3000 / 2.68	0.278	1.070	0.237	0.524	0.483
Средние:		**1.101**	**0.230**	**0.565**	**0.450**
Вариации:		**0.059**	**0.012**	**0.103**	**0.079**

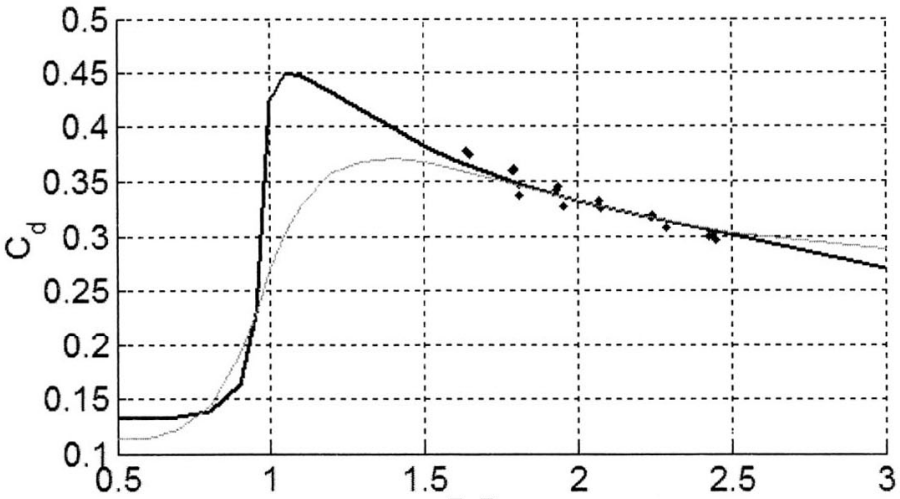
178-грановая .308 калибра Hornady Amax



Размеры сняты с Lot# 2080527

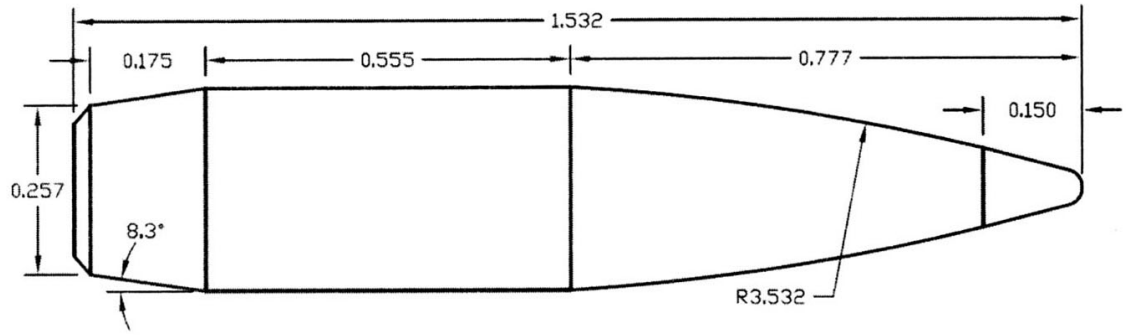
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 9.59 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.268 lb/in^2	**Rt/R:** 0.56

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.415	1.130	0.237	0.628	0.427
2000 / 1.79	0.355	1.134	0.236	0.571	0.470
2500 / 2.23	0.315	1.109	0.242	0.557	0.481
3000 / 2.68	0.286	1.099	0.244	0.539	0.498
Средние:		**1.118**	**0.240**	**0.574**	**0.469**
Вариации:		**0.035**	**0.008**	**0.089**	**0.071**

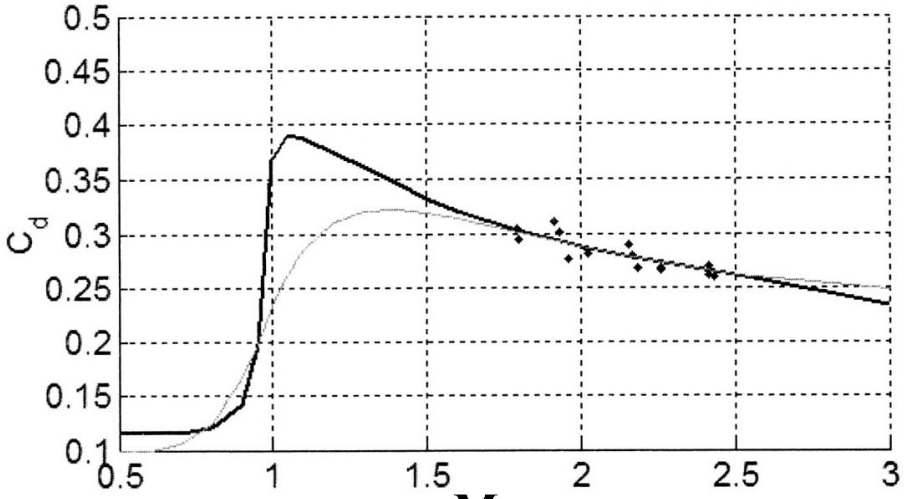
208-грановая .308 калибра Hornady Amax



Размеры сняты с Lot# 2080070

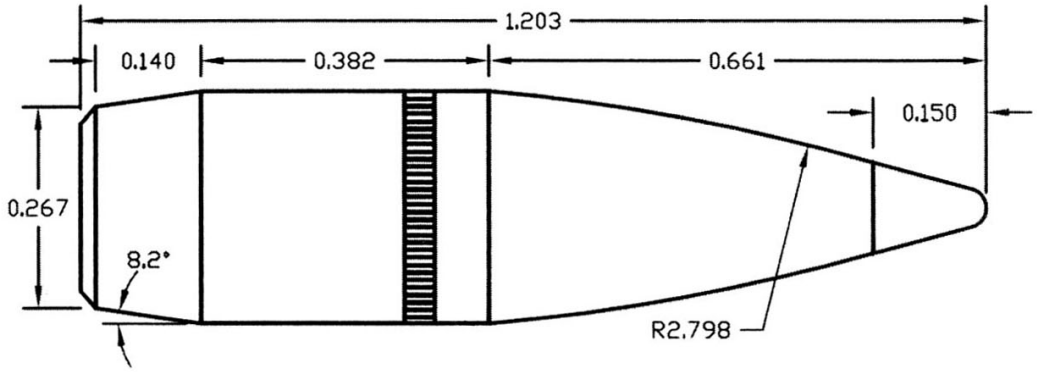
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 11.47 калибры
Поперечная Нагрузка: 0.313 lb/in^2	**Rt/R:** 0.68

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.354	0.963	0.325	0.535	0.585
2000 / 1.79	0.306	0.977	0.321	0.492	0.637
2500 / 2.23	0.274	0.964	0.325	0.484	0.647
3000 / 2.68	0.250	0.962	0.326	0.472	0.664
Средние:		**0.966**	**0.324**	**0.496**	**0.633**
Вариации:		**0.015**	**0.005**	**0.064**	**0.079**

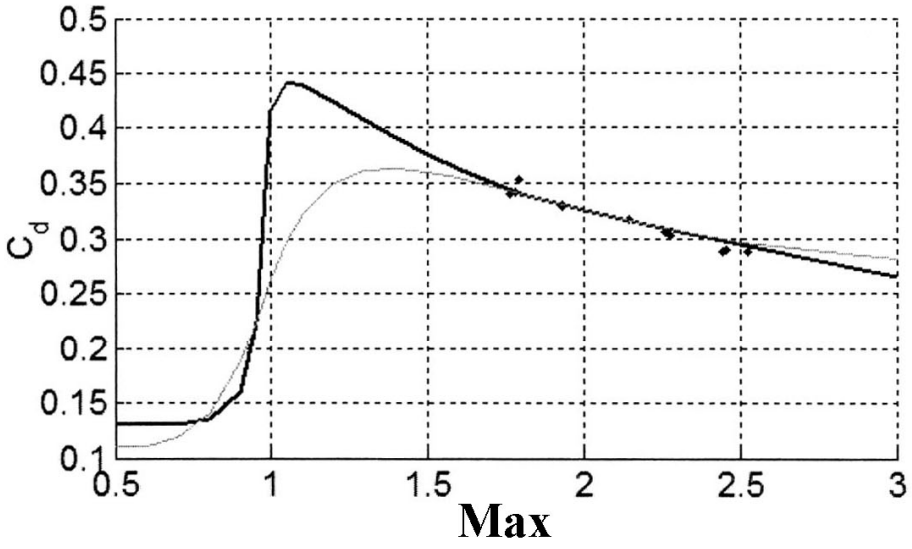
150-грановая .308 калибра Hornady SST



Размеры сняты с Lot# 2071086

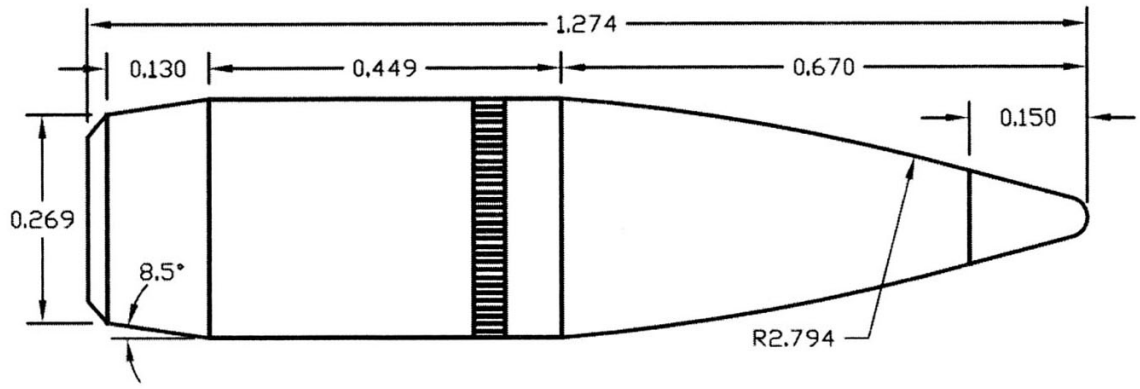
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**9.09 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.226 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.58**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.409	1.113	0.203	0.619	0.365
2000 / 1.79	0.349	1.112	0.203	0.560	0.404
2500 / 2.23	0.308	1.084	0.208	0.545	0.415
3000 / 2.68	0.279	1.072	0.211	0.525	0.430
Средние:		**1.095**	**0.206**	**0.562**	**0.403**
Вариации:		**0.041**	**0.008**	**0.093**	**0.065**

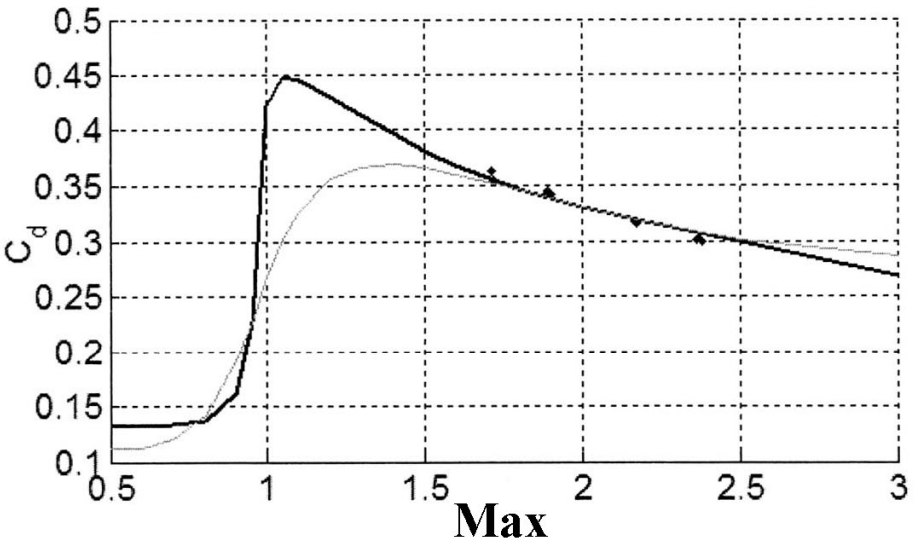
165-грановая .308 калибра Hornady SST



Размеры сняты с Lot# 2071017

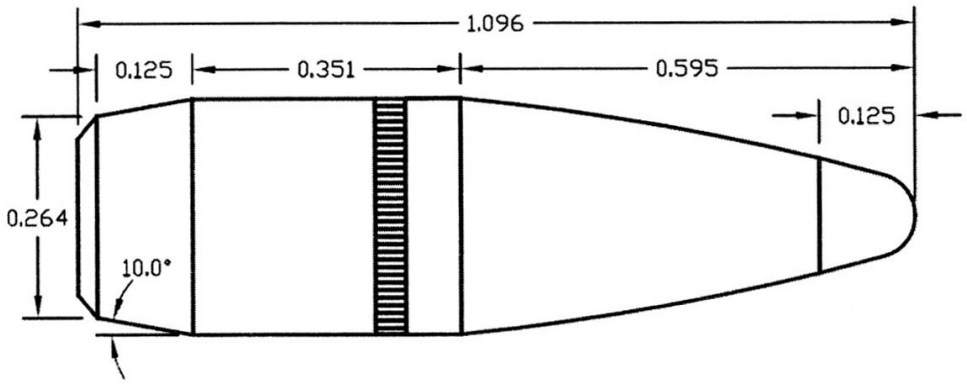
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 9.07 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.249 lb/in^2	**Rt/R:** 0.61

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.416	1.132	0.219	0.629	0.395
2000 / 1.79	0.354	1.128	0.220	0.568	0.438
2500 / 2.23	0.312	1.097	0.227	0.551	0.451
3000 / 2.68	0.281	1.082	0.230	0.531	0.468
Средние:		**1.110**	**0.224**	**0.570**	**0.438**
Вариации:		**0.050**	**0.010**	**0.099**	**0.074**

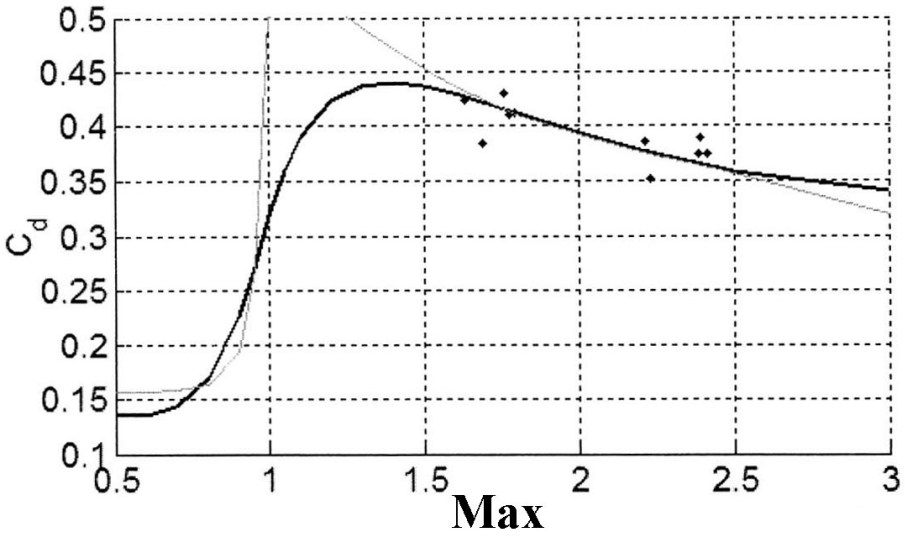
150-грановая .308 калибра Hornady BTSP



Размеры сняты с Lot# 96-020

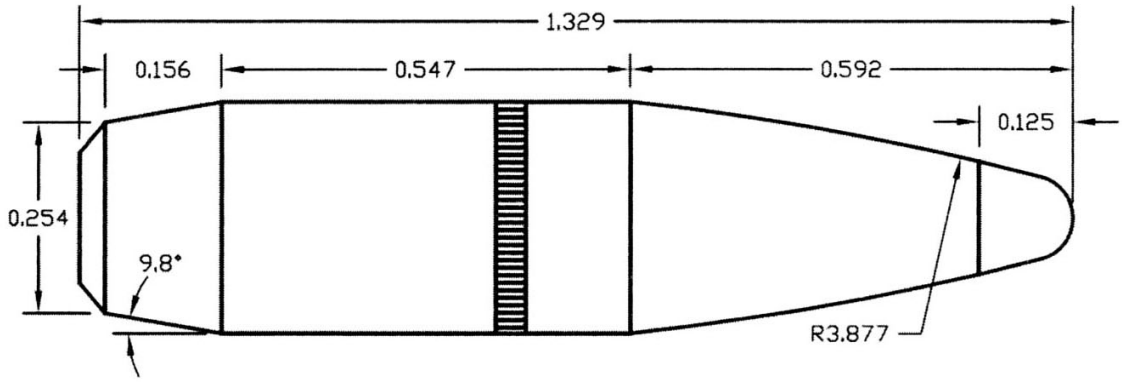
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 11.24 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.226 lb/in^2	**Rt/R:** 0.53

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.447	1.217	0.186	0.676	0.334
2000 / 1.79	0.408	1.302	0.174	0.655	0.345
2500 / 2.23	0.380	1.337	0.169	0.672	0.336
3000 / 2.68	0.359	1.381	0.164	0.677	0.334
Средние:		**1.309**	**0.173**	**0.670**	**0.337**
Вариации:		**0.163**	**0.022**	**0.022**	**0.011**

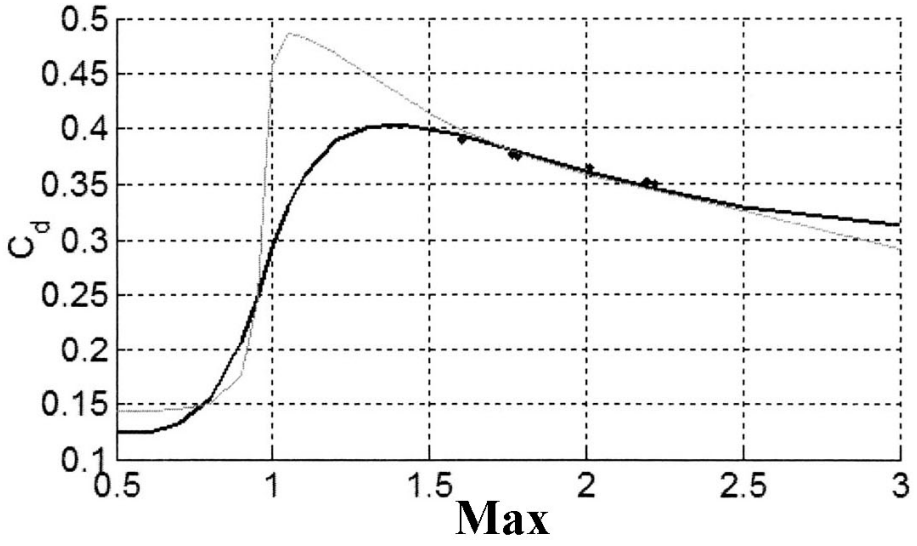
190-грановая .308 калибра Hornady BTSP



Размеры сняты с Lot# 2060308

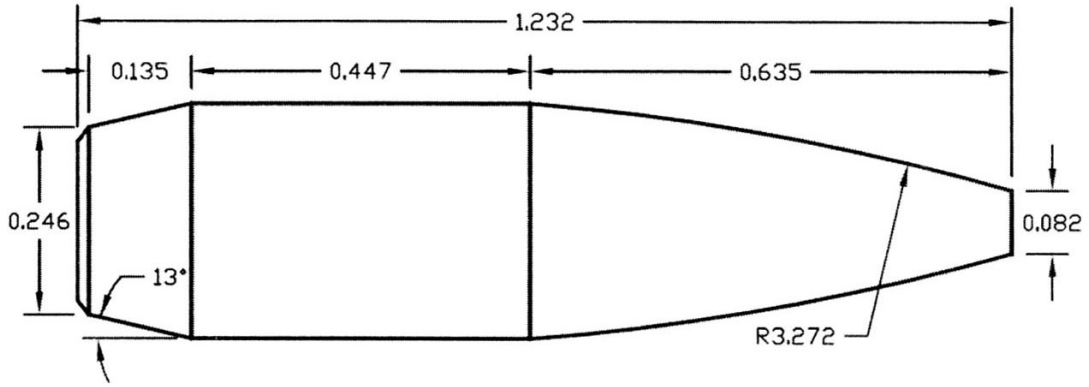
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 12.59 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.286 lb/in^2	**Rt/R:** 0.49

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.412	1.122	0.255	0.623	0.459
2000 / 1.79	0.376	1.199	0.239	0.603	0.474
2500 / 2.23	0.350	1.231	0.233	0.618	0.463
3000 / 2.68	0.330	1.270	0.225	0.622	0.460
Средние:		**1.205**	**0.238**	**0.617**	**0.464**
Вариации:		**0.148**	**0.030**	**0.020**	**0.015**

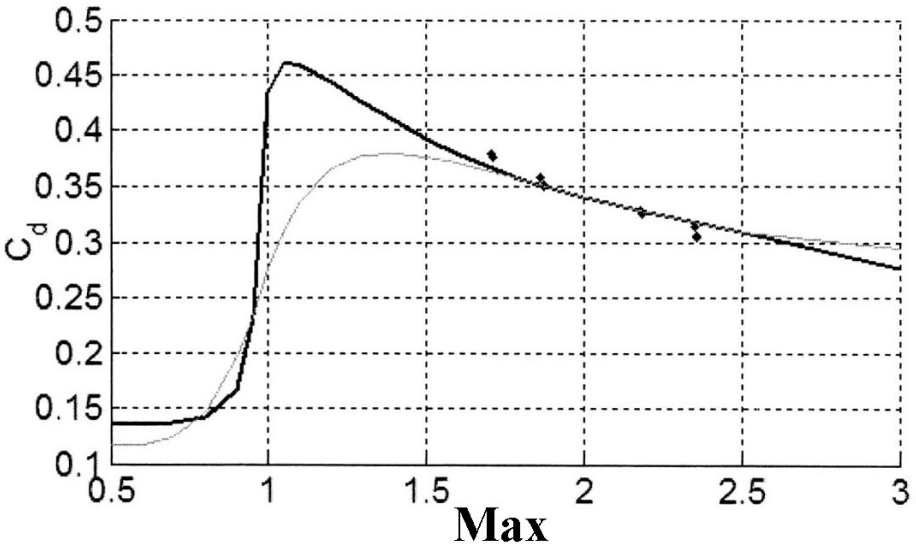
168-грановая .308 калибра Hornady HPBT



Размеры сняты с Lot# 2080097

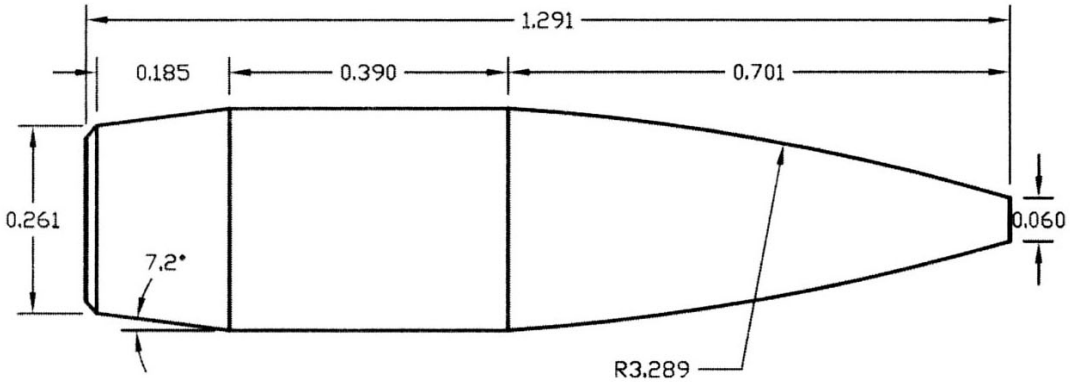
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 10.62 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.253 lb/in^2	**Rt/R:** 0.58

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.432	1.177	0.215	0.654	0.387
2000 / 1.79	0.365	1.164	0.217	0.586	0.432
2500 / 2.23	0.320	1.125	0.225	0.565	0.447
3000 / 2.68	0.287	1.105	0.229	0.542	0.467
Средние:		**1.143**	**0.222**	**0.587**	**0.433**
Вариации:		**0.071**	**0.014**	**0.112**	**0.080**

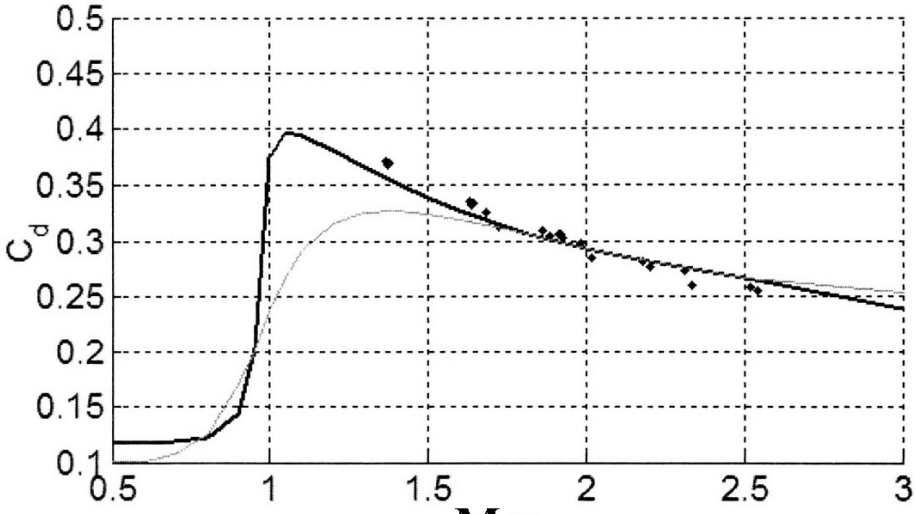
155-грановая .308 калибра Lapua Scenar



Размеры сняты с Lot#4PL7073

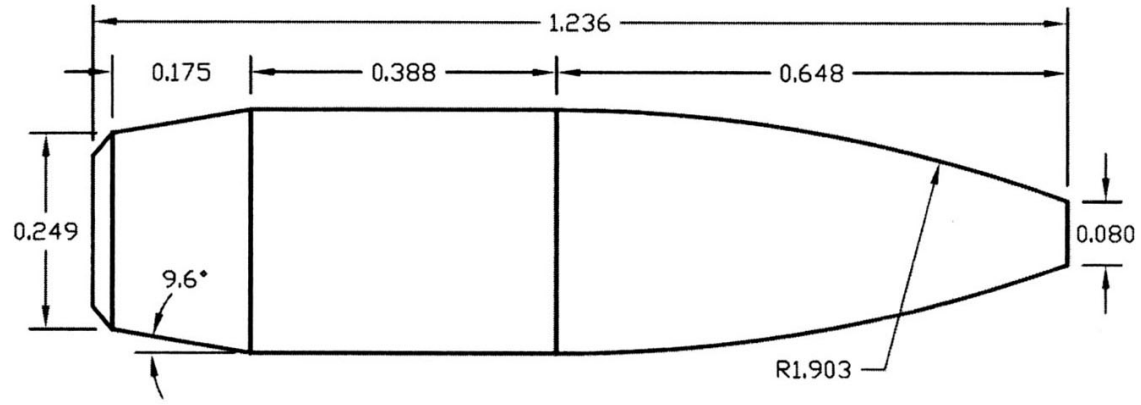
Размер Выборки:	**10**	**Радиус Оживала:**	**10.68 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.233 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.64**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.372	1.015	0.230	0.564	0.414
2000 / 1.79	0.315	1.006	0.232	0.506	0.461
2500 / 2.23	0.277	0.974	0.240	0.489	0.477
3000 / 2.68	0.249	0.958	0.244	0.470	0.497
Средние:		**0.988**	**0.236**	**0.507**	**0.462**
Вариации:		**0.057**	**0.014**	**0.094**	**0.083**

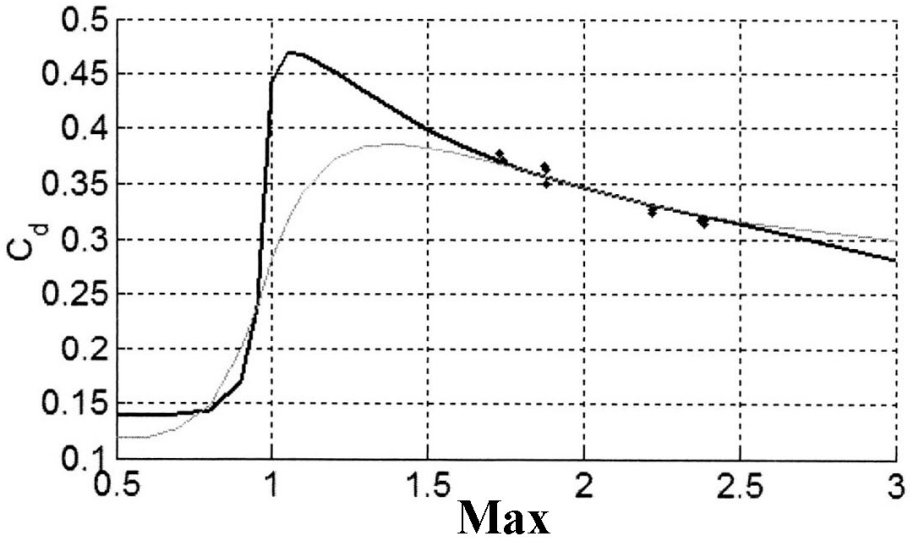
167-грановая .308 калибра Lapua Scenar



Размеры сняты с Lot# 4PL7069

Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 6.18 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.252 lb/in^2	**Rt/R:** 1.00

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



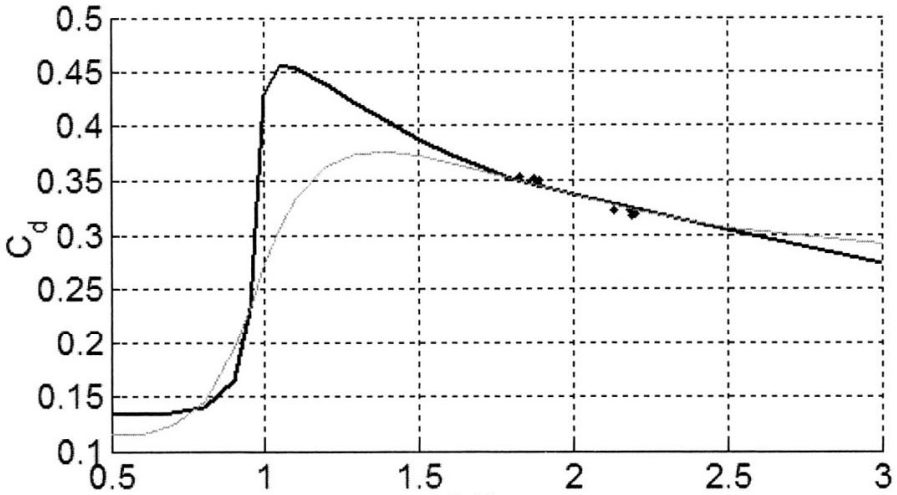
фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.434	1.182	0.213	0.657	0.383
2000 / 1.79	0.370	1.181	0.213	0.594	0.423
2500 / 2.23	0.327	1.151	0.219	0.578	0.435
3000 / 2.68	0.296	1.138	0.221	0.558	0.451
Средние:		**1.163**	**0.216**	**0.597**	**0.423**
Вариации:		**0.044**	**0.008**	**0.099**	**0.068**

185-грановая .308 калибра Lapua Scenar

Рисунок Отсутствует

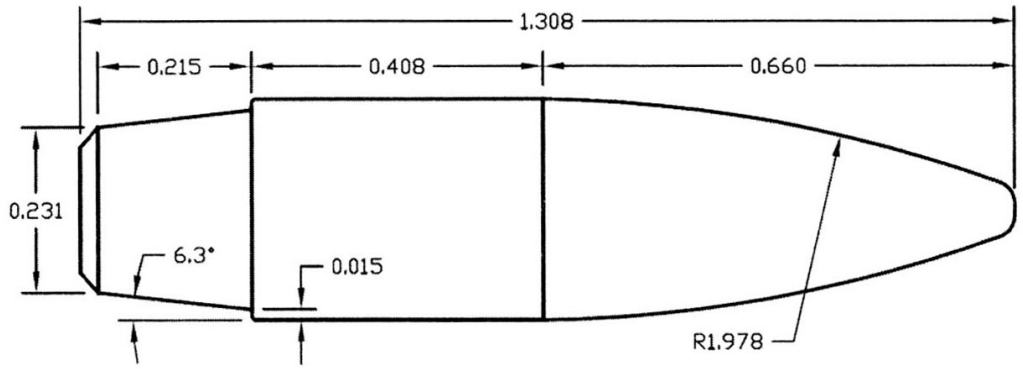
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала: Отсутствует**
Поперечная Нагрузка: 0.279 lb/in^2	**Rt/R: Отсутствует**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.428	1.164	0.239	0.647	0.430
2000 / 1.79	0.361	1.151	0.242	0.579	0.481
2500 / 2.23	0.316	1.112	0.251	0.559	0.499
3000 / 2.68	0.284	1.091	0.255	0.535	0.521
Средние:		**1.130**	**0.247**	**0.580**	**0.483**
Вариации:		**0.073**	**0.016**	**0.112**	**0.090**

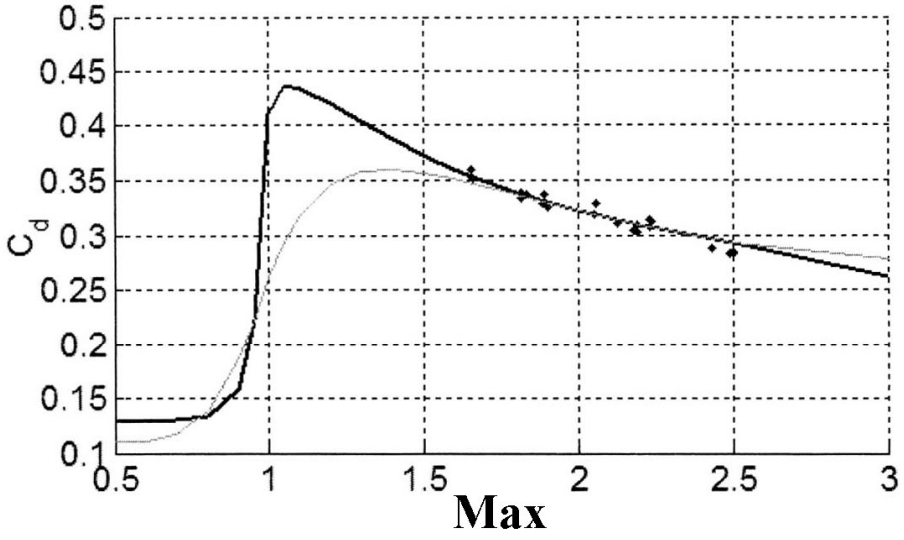
185-грановая .308 калибра Lapua FMJBT (D46)



Размеры сняты с Lot# P00389601

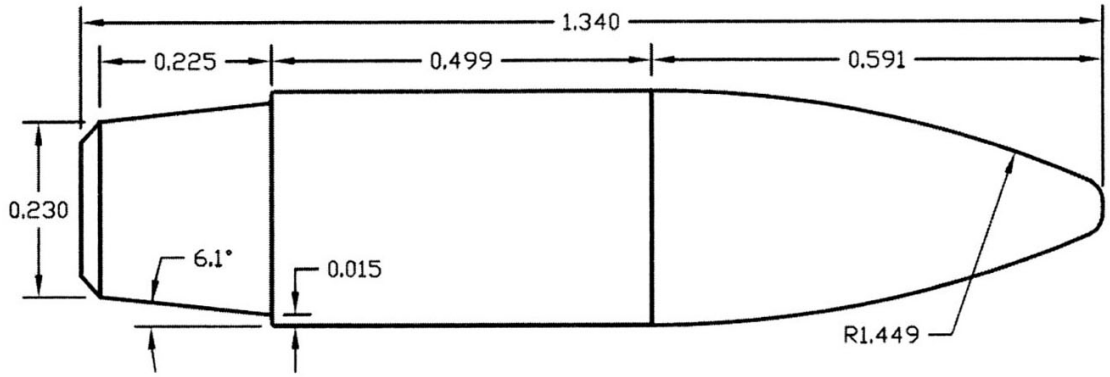
Размер Выборки: 10	**Радиус Оживала:** 6.42 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.279 lb/in^2	**Rt/R:** 0.98

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.393	1.069	0.261	0.594	0.469
2000 / 1.79	0.342	1.091	0.255	0.549	0.508
2500 / 2.23	0.307	1.081	0.258	0.543	0.513
3000 / 2.68	0.281	1.083	0.257	0.531	0.525
Средние:		**1.081**	**0.258**	**0.554**	**0.504**
Вариации:		**0.022**	**0.005**	**0.064**	**0.056**

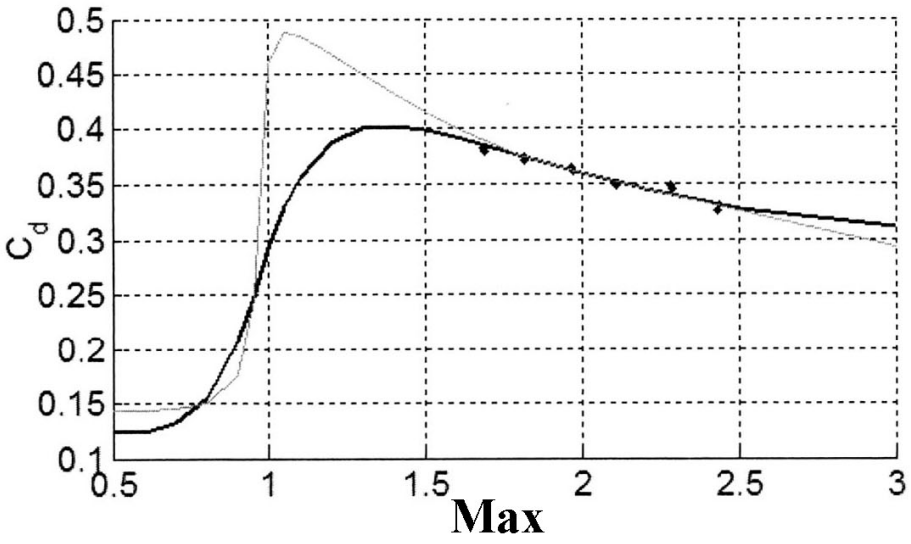
200-грановая .308 калибра Lapua FMJBT



Размеры сняты с Lot# 4PL7060

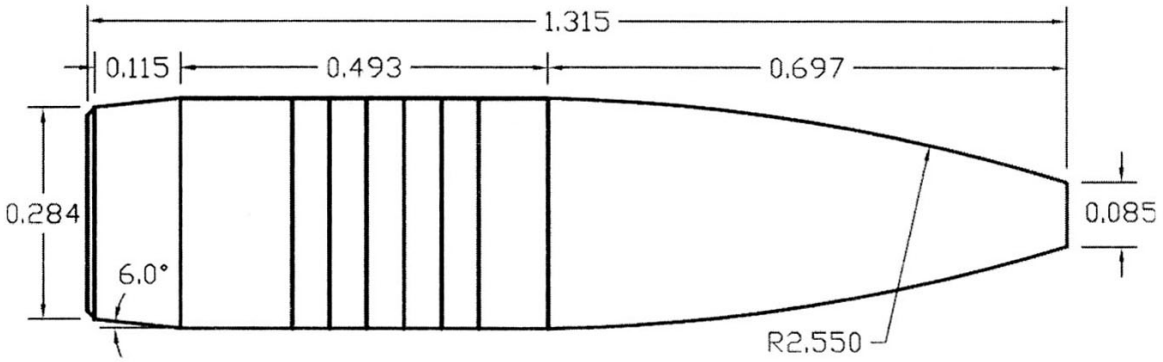
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 4.70 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.301 lb/in^2	**Rt/R:** 1.00

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.418	1.139	0.265	0.633	0.476
2000 / 1.79	0.375	1.198	0.251	0.603	0.500
2500 / 2.23	0.345	1.215	0.248	0.610	0.493
3000 / 2.68	0.323	1.241	0.243	0.608	0.495
Средние:		**1.198**	**0.252**	**0.614**	**0.491**
Вариации:		**0.102**	**0.022**	**0.030**	**0.024**

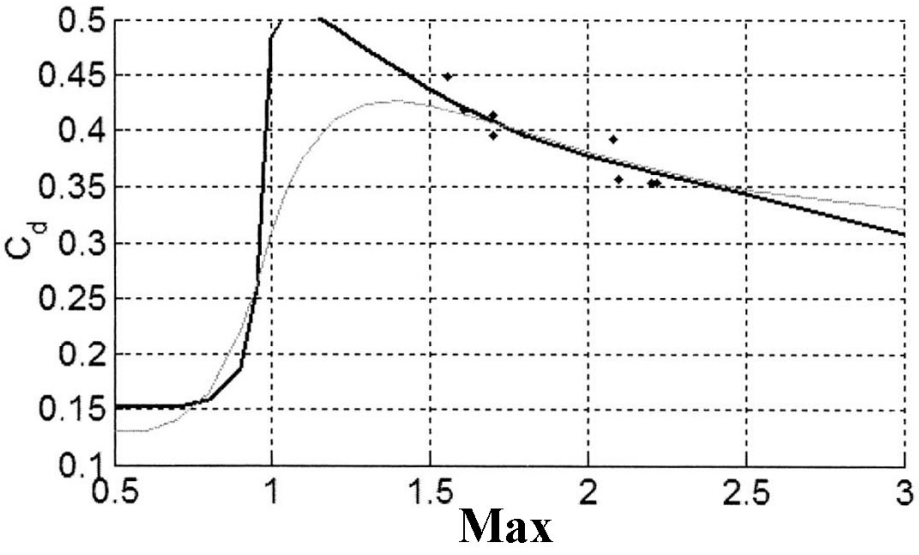
168-грановая .308 калибра Barnes TSX BT



Размеры сняты с Lot# 3302-2 325H BS

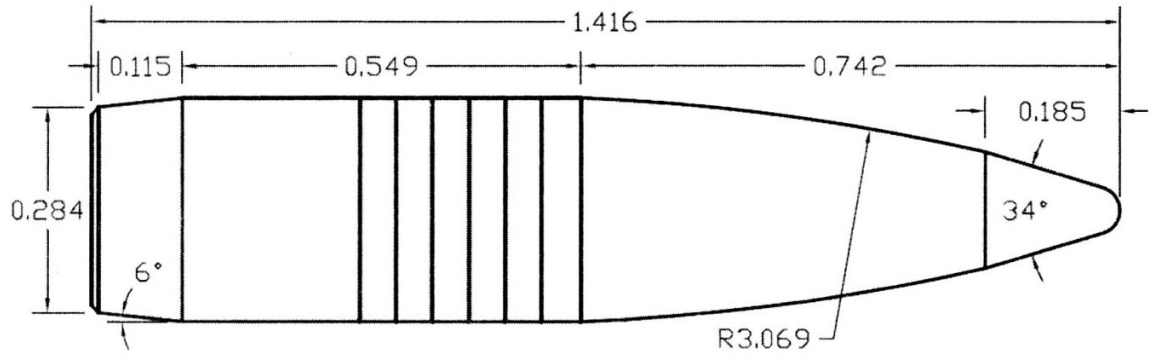
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**8.28 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.249 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.90**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.467	1.271	0.199	0.706	0.358
2000 / 1.79	0.401	1.281	0.198	0.644	0.393
2500 / 2.23	0.357	1.256	0.201	0.631	0.401
3000 / 2.68	0.325	1.248	0.203	0.612	0.413
Средние:		**1.264**	**0.200**	**0.648**	**0.391**
Вариации:		**0.032**	**0.005**	**0.095**	**0.055**

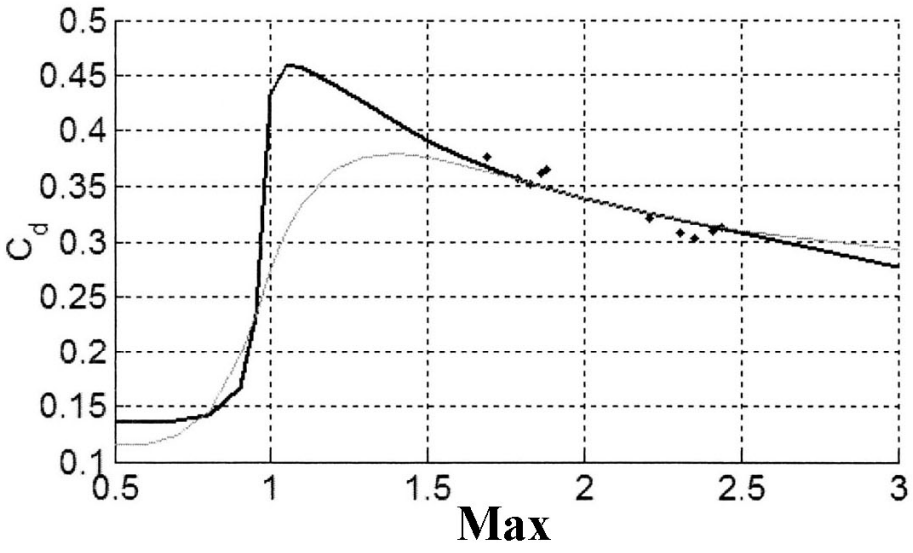
168-грановая .308 калибра Barnes TTSX BT



Размеры сняты с Lot# 3447-1 353H CW

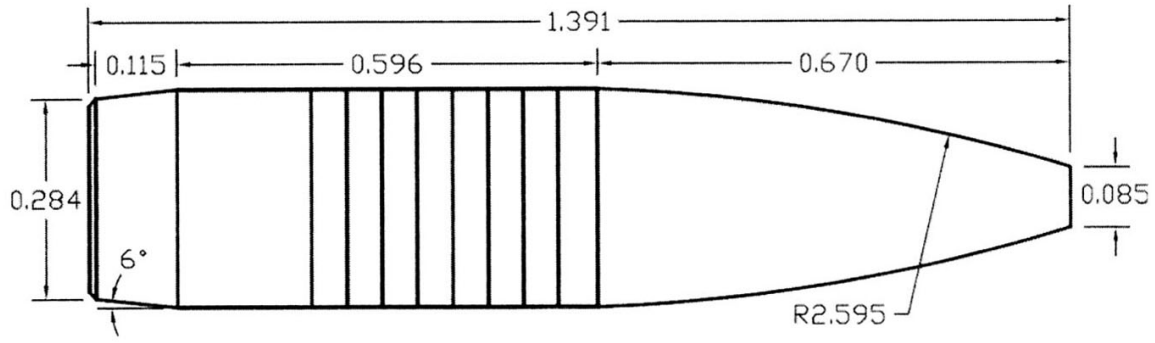
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 9.96 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.249 lb/in^2	**Rt/R:** 0.78

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.432	1.178	0.215	0.655	0.386
2000 / 1.79	0.365	1.164	0.217	0.585	0.432
2500 / 2.23	0.320	1.124	0.225	0.565	0.448
3000 / 2.68	0.287	1.103	0.229	0.541	0.468
Средние:		**1.142**	**0.222**	**0.586**	**0.434**
Вариации:		**0.075**	**0.015**	**0.114**	**0.081**

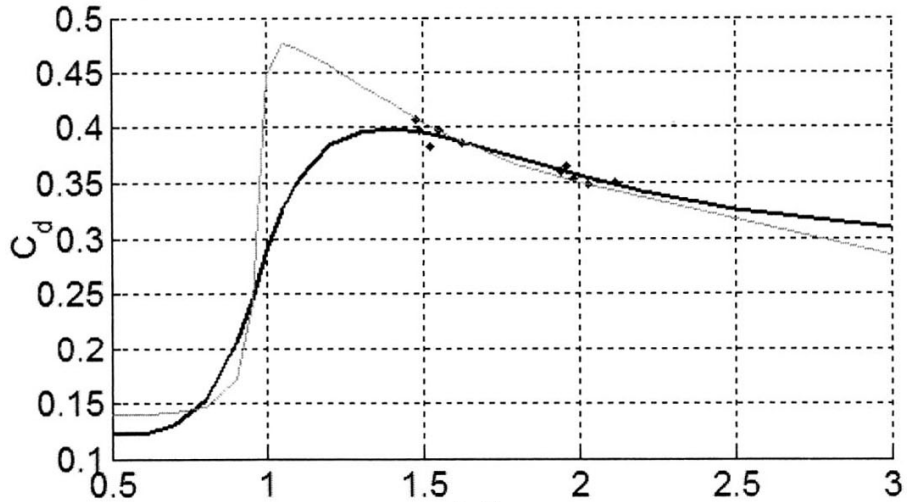
180-грановая .308 калибра Barnes TSX BT



Размеры сняты с Lot# 3443A-1 005I LO

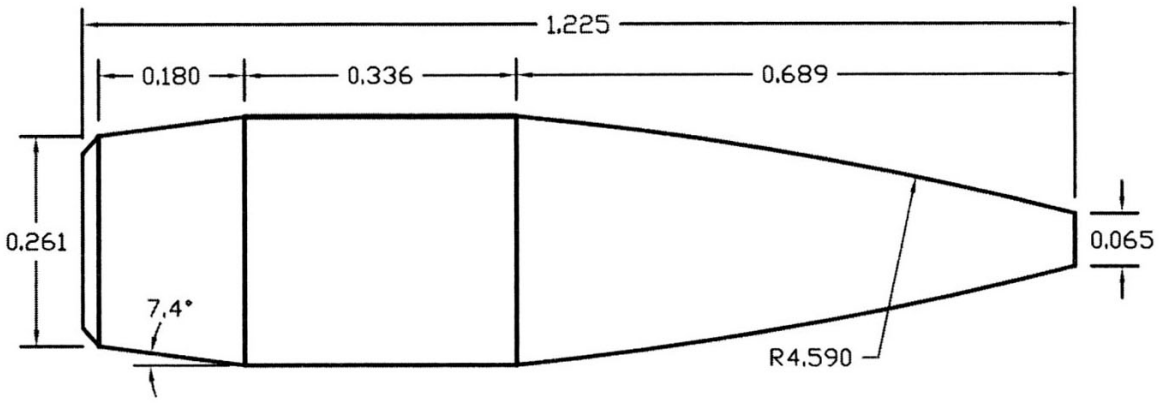
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 8.43 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.271 lb/in^2	**Rt/R:** 0.85

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



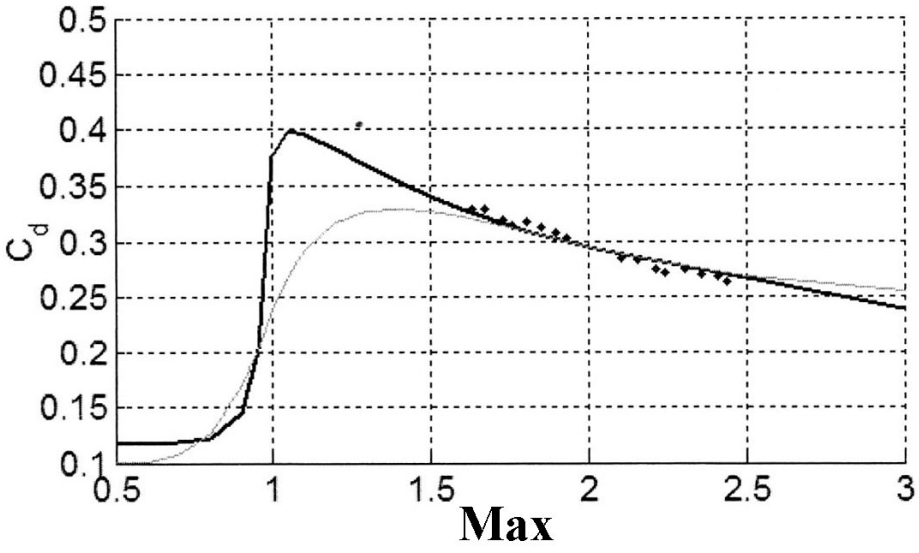
фт/с / Mах	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.415	1.132	0.240	0.629	0.431
2000 / 1.79	0.372	1.186	0.229	0.597	0.454
2500 / 2.23	0.341	1.200	0.226	0.603	0.450
3000 / 2.68	0.318	1.223	0.222	0.599	0.452
Средние:		**1.185**	**0.229**	**0.607**	**0.447**
Вариации:		**0.091**	**0.018**	**0.032**	**0.023**

155-грановая .308 калибра HBC (Австралия)



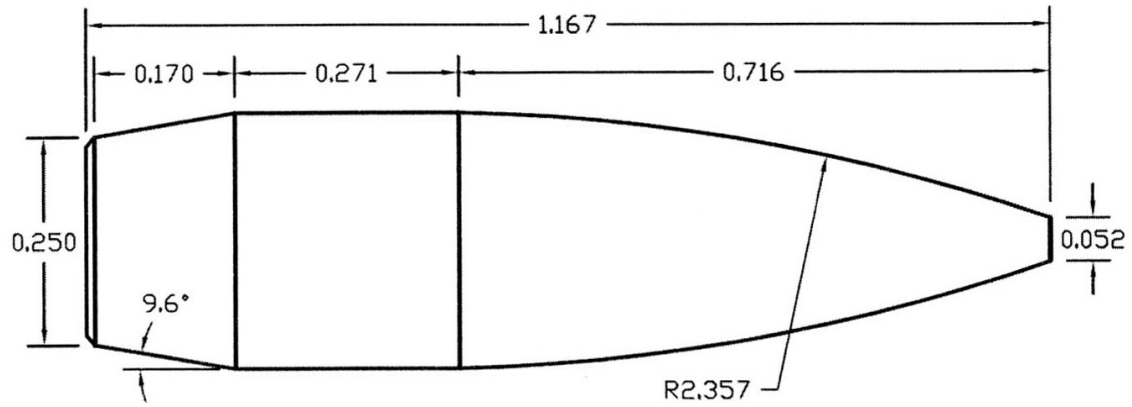
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 14.90 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.233 lb/in^2	**Rt/R:** 0.46

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.374	1.018	0.229	0.566	0.413
2000 / 1.79	0.316	1.007	0.232	0.507	0.461
2500 / 2.23	0.277	0.973	0.240	0.489	0.477
3000 / 2.68	0.249	0.956	0.244	0.469	0.498
Средние:		**0.989**	**0.236**	**0.508**	**0.462**
Вариации:		**0.062**	**0.015**	**0.097**	**0.085**

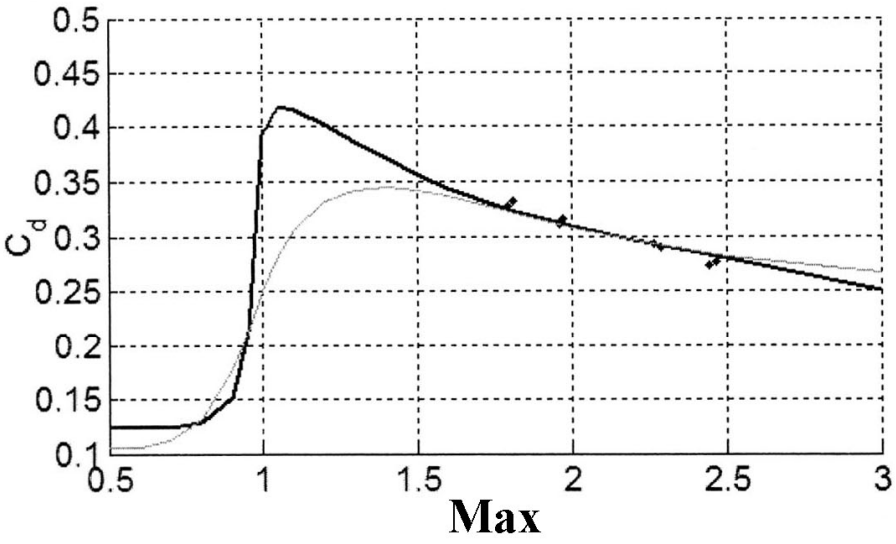
155-грановая .308 калибра PMP HPBT (Южная Африка)



Lot # 66

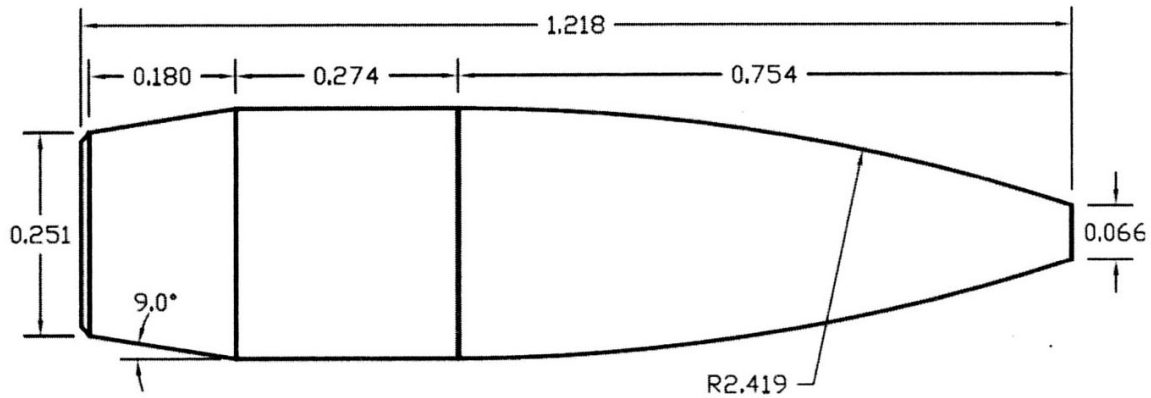
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.65 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.233 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.90**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



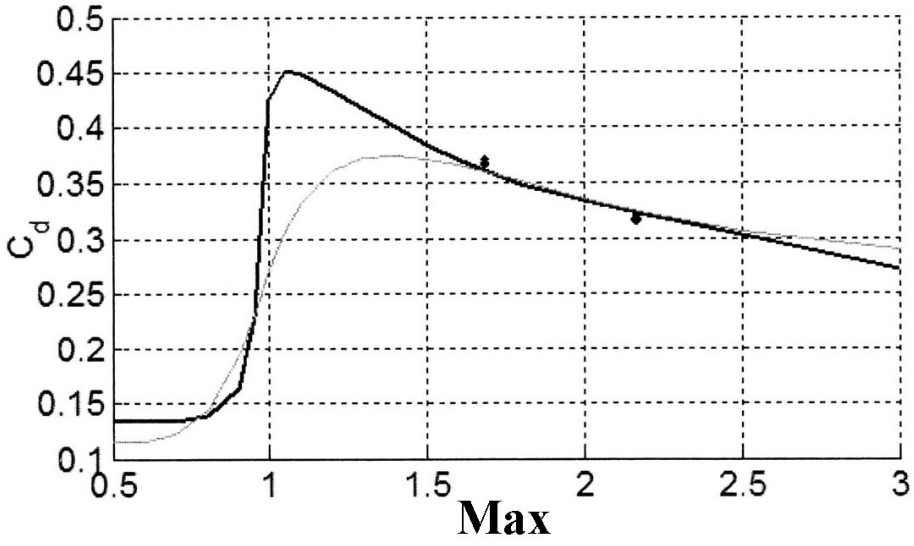
фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.390	1.063	0.220	0.591	0.395
2000 / 1.79	0.332	1.058	0.221	0.533	0.438
2500 / 2.23	0.292	1.029	0.227	0.517	0.452
3000 / 2.68	0.264	1.015	0.230	0.498	0.469
Средние:		**1.041**	**0.224**	**0.534**	**0.439**
Вариации:		**0.048**	**0.010**	**0.093**	**0.074**

175-грановая .308 калибра DRT Frangible (Хрупкая)



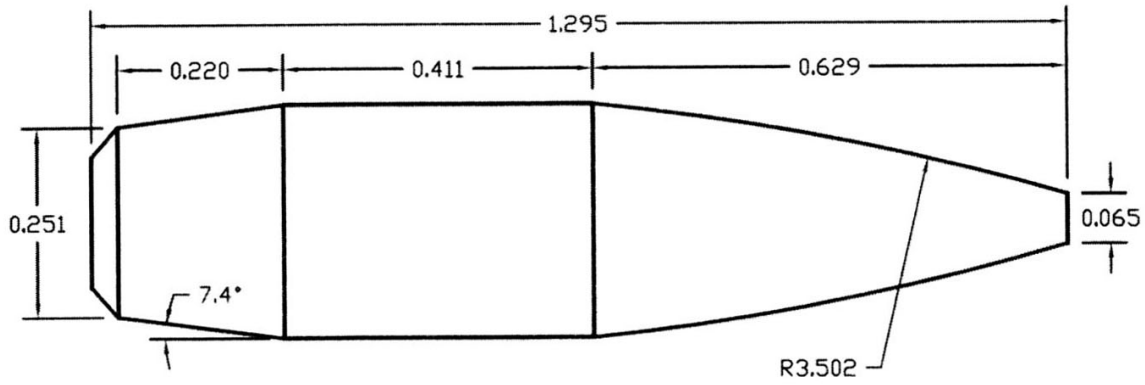
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**7.86 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.264 lb/in^2**	**Rt/R:**	**0.99**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



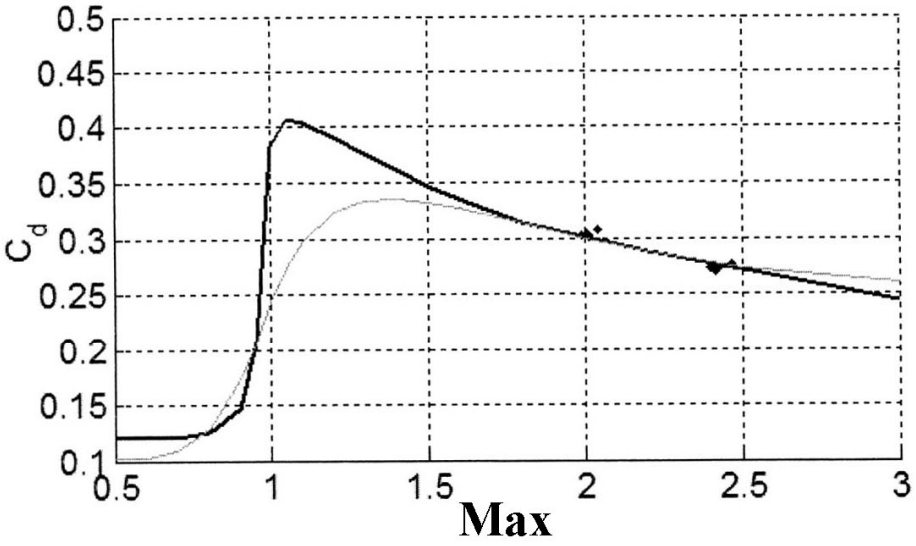
фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.421	1.146	0.230	0.637	0.414
2000 / 1.79	0.355	1.133	0.233	0.570	0.462
2500 / 2.23	0.311	1.095	0.241	0.550	0.479
3000 / 2.68	0.280	1.075	0.245	0.527	0.500
Средние:		**1.113**	**0.237**	**0.571**	**0.464**
Вариации:		**0.071**	**0.015**	**0.110**	**0.086**

200-грановая .308 калибра DRT Frangible (Хрупкая)



Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**11.37 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.301 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.52**

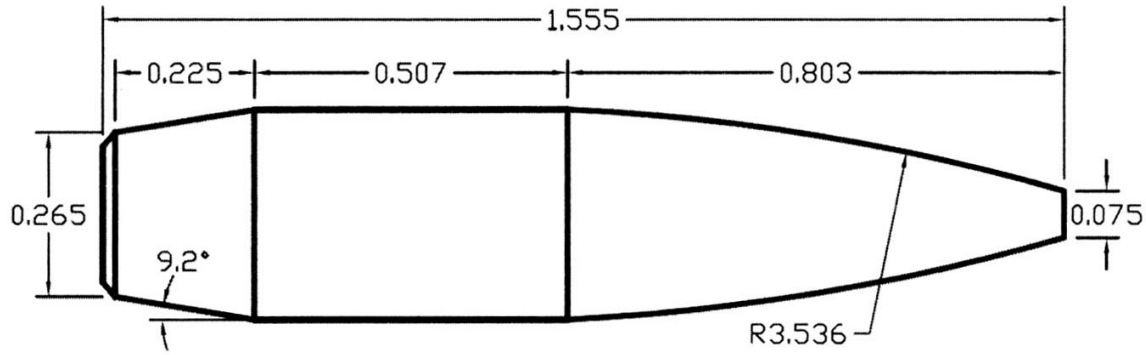
Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.384	1.047	0.288	0.582	0.518
2000 / 1.79	0.325	1.038	0.290	0.522	0.577
2500 / 2.23	0.286	1.005	0.300	0.505	0.596
3000 / 2.68	0.257	0.989	0.304	0.485	0.621
Средние:		**1.020**	**0.296**	**0.523**	**0.578**
Вариации:		**0.057**	**0.017**	**0.097**	**0.103**

.338 Калибр

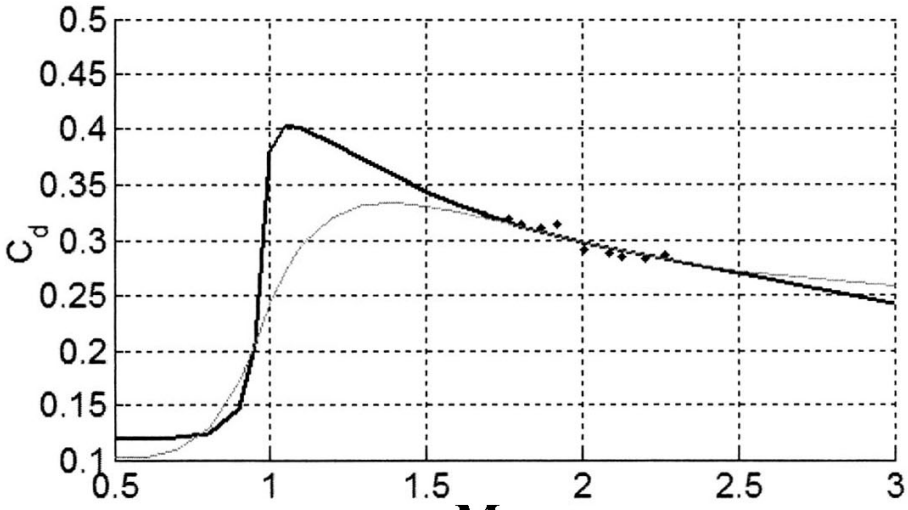
250-грановая 338 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot# 0033461351313

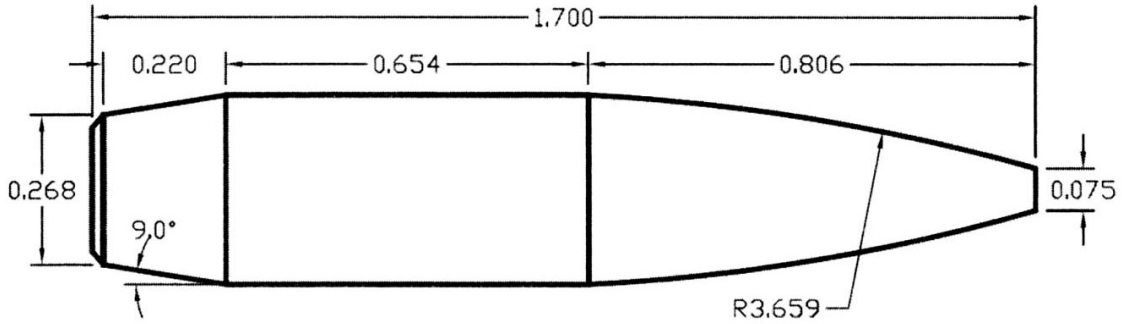
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**10.46 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.313 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.75**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	$БК_{G7}$	i_1	$БК_{G1}$
1500 / 1.34	0.376	1.024	0.305	0.569	0.549
2000 / 1.79	0.318	1.014	0.308	0.510	0.613
2500 / 2.23	0.279	0.982	0.318	0.493	0.634
3000 / 2.68	0.251	0.965	0.324	0.473	0.661
Средние:		**0.996**	**0.314**	**0.511**	**0.614**
Вариации:		**0.059**	**0.019**	**0.096**	**0.112**

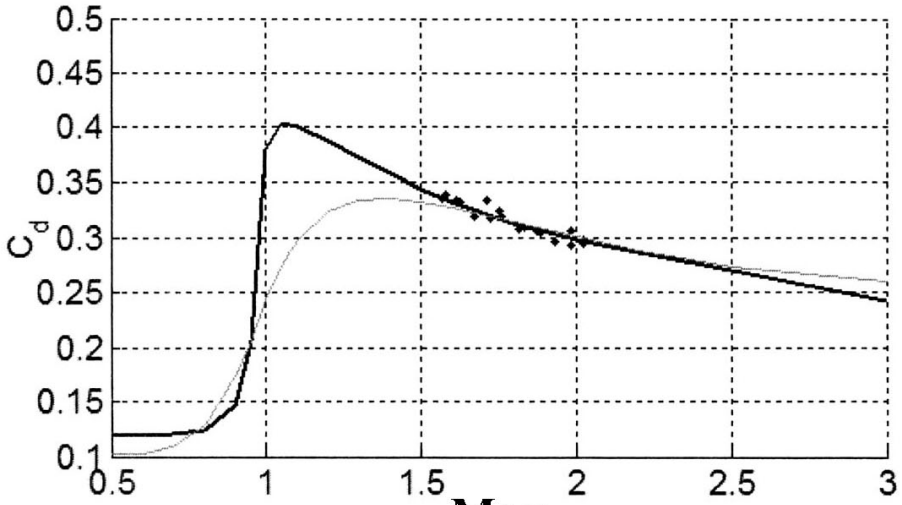
300-грановая 338 калибра Sierra MatchKing



Размеры сняты с Lot# 0042168123162

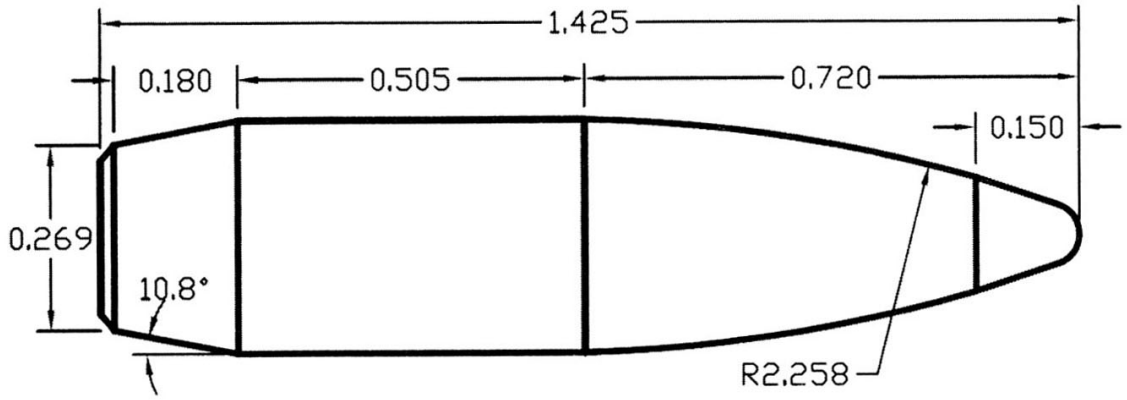
Размер Выборки:	**9**	**Радиус Оживала:**	**10.82 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.375 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.72**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.373	1.015	0.370	0.564	0.665
2000 / 1.79	0.315	1.004	0.374	0.505	0.742
2500 / 2.23	0.276	0.971	0.386	0.488	0.769
3000 / 2.68	0.248	0.954	0.393	0.468	0.802
Средние:		**0.986**	**0.381**	**0.506**	**0.745**
Вариации:		**0.061**	**0.024**	**0.096**	**0.137**

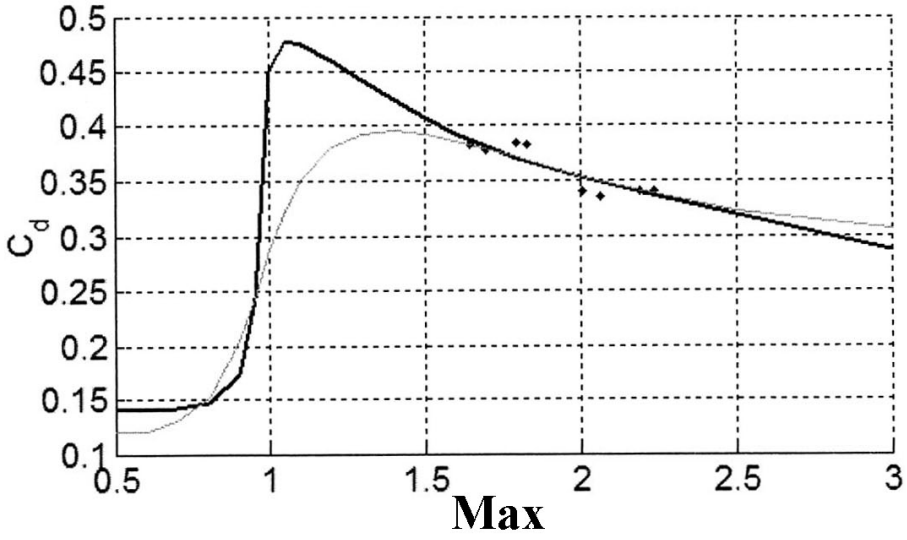
250-грановая .338 калибра Sierra Game King



Размеры сняты с Lot# 0034574375858

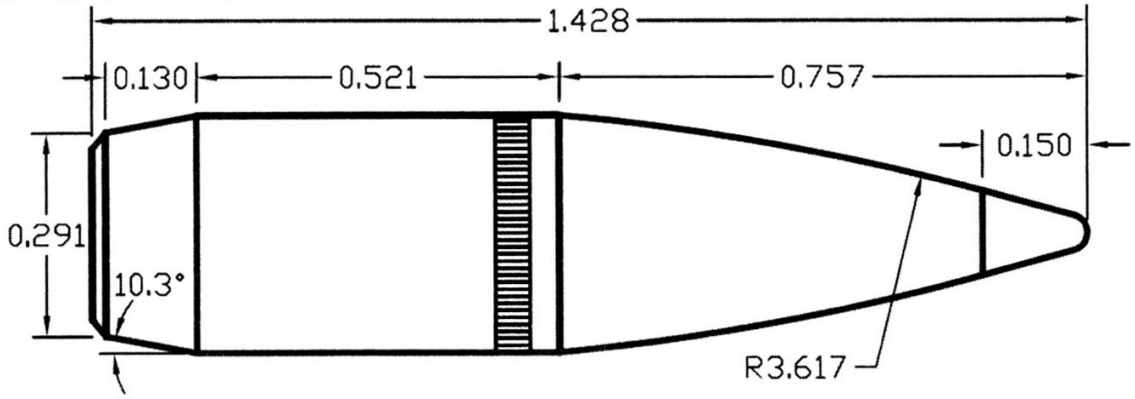
Размер Выборки: 4	**Радиус Оживала:** 6.68 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.313 lb/in^2	**Rt/R:** 0.90

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.446	1.216	0.257	0.676	0.463
2000 / 1.79	0.376	1.200	0.261	0.604	0.518
2500 / 2.23	0.329	1.158	0.270	0.582	0.537
3000 / 2.68	0.295	1.136	0.275	0.557	0.562
Средние:		**1.177**	**0.266**	**0.604**	**0.520**
Вариации:		**0.080**	**0.018**	**0.119**	**0.099**

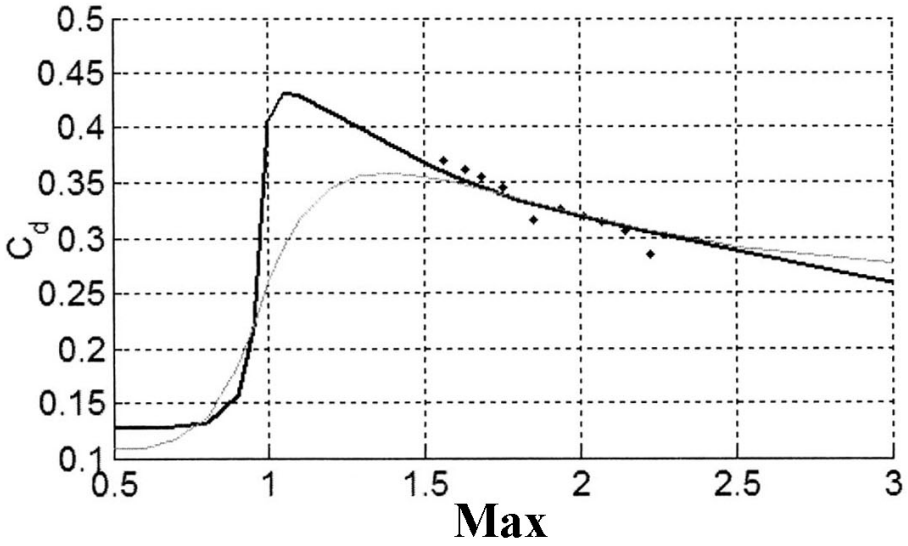
225-грановая 338 калибра Hornady SST



Размеры сняты с Lot# 2070151

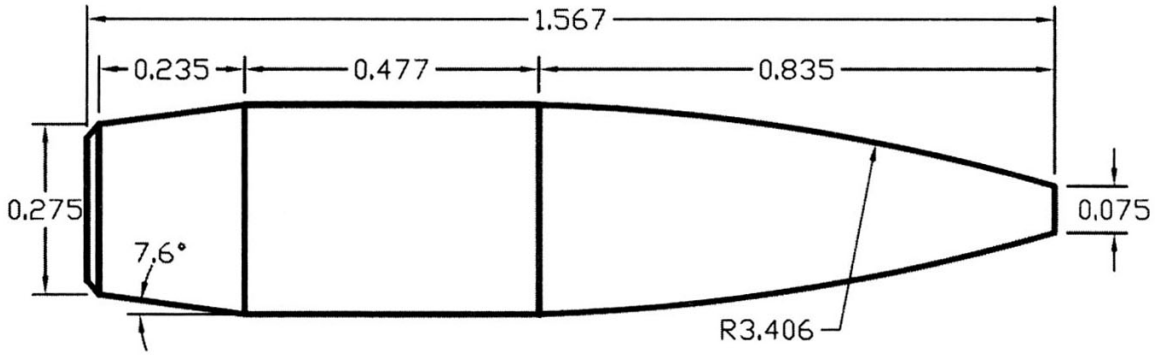
Размер Выборки:	**5**	**Радиус Оживала:**	**10.7 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.281 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.55**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.401	1.093	0.257	0.608	0.463
2000 / 1.79	0.338	1.080	0.261	0.543	0.518
2500 / 2.23	0.297	1.043	0.270	0.524	0.537
3000 / 2.68	0.266	1.024	0.275	0.502	0.561
Средние:		**1.060**	**0.266**	**0.544**	**0.520**
Вариации:		**0.069**	**0.017**	**0.106**	**0.097**

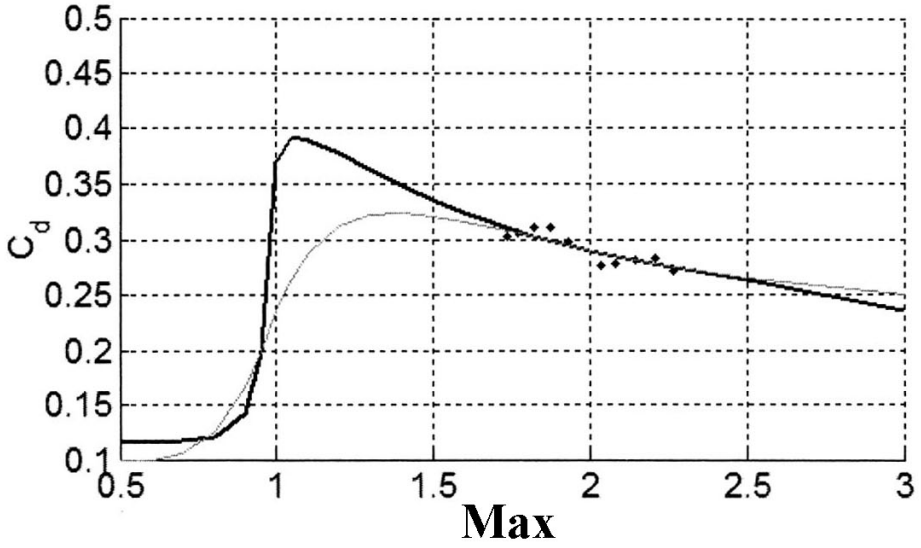
250-грановая 338 калибра Hornady BTHP Match



Размеры сняты с Lot# 2070301

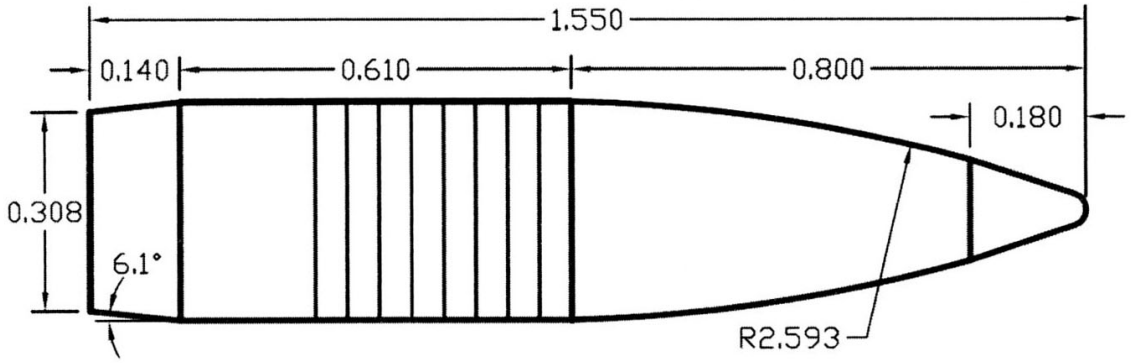
Размер Выборки: 5	**Радиус Оживала:** 10.08 калибров
Поперечная Нагрузка: 0.313 lb/in^2	**Rt/R:** 0.82

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.366	0.996	0.314	0.553	0.565
2000 / 1.79	0.309	0.987	0.317	0.497	0.629
2500 / 2.23	0.272	0.956	0.327	0.480	0.651
3000 / 2.68	0.244	0.940	0.332	0.461	0.678
Средние:		**0.970**	**0.323**	**0.498**	**0.631**
Вариации:		**0.055**	**0.018**	**0.092**	**0.113**

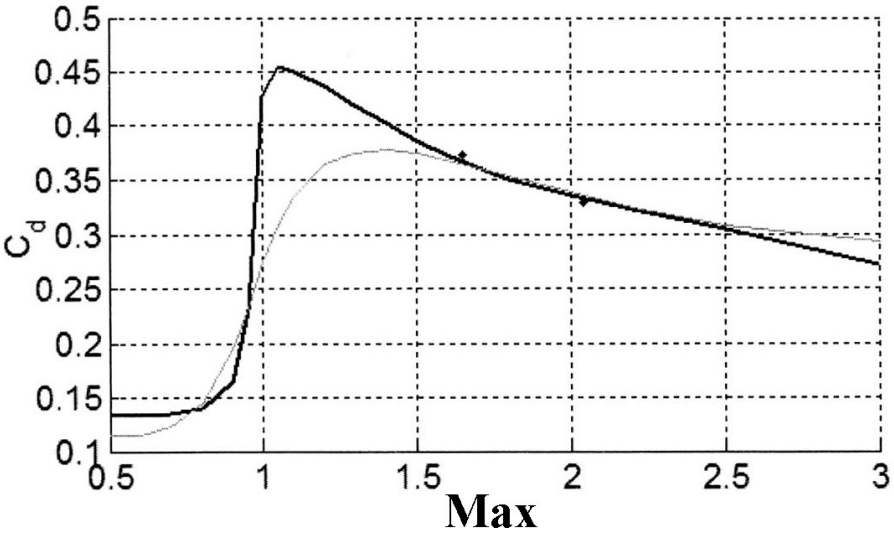
225-грановая 338 калибра Barnes TTSX BT



Размеры сняты с Lot# 3155-1 009H CW

Размер Выборки:	**1**	**Радиус Оживала:**	**7.67 калибров**
Поперечная Нагрузка:	**0.281 lb/in²**	**Rt/R:**	**0.75**

Сопротивление и Баллистический Коэффициент



фт/с / Max	C_d	i_7	БК$_{G7}$	i_1	БК$_{G1}$
1500 / 1.34	0.421	1.146	0.245	0.637	0.442
2000 / 1.79	0.355	1.133	0.248	0.570	0.493
2500 / 2.23	0.311	1.095	0.257	0.550	0.511
3000 / 2.68	0.280	1.075	0.262	0.527	0.534
Средние:		**1.113**	**0.253**	**0.571**	**0.495**
Вариации:		**0.071**	**0.016**	**0.110**	**0.092**

Обратите внимание: этой пулей был произведен только один выстрел. Рассматривайте данную информацию соответственно.

Приложение

В данном Приложении приводятся все формулы, используемые в данной книге, а также объяснения переменных и примеры того, как можно использовать эти формулы в программах-таблицах вроде Microsoft Excel.

Вместо того, чтобы приводить вывод этих формул во всей математической «красе», я привожу некоторую практическую информацию о том, как и когда эти формулы могут быть полезны, и как применять их должным образом.

Формула 2.1: Баллистический Коэффициент

$$\hat{A}\tilde{N} = \frac{W / 7000}{cal^2 \cdot i}\left(\frac{\hat{o}\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) \qquad \textbf{Формула 2.1}$$

Где:

BC – баллистический коэффициент в фунт/дюйм^2
W – вес пули в гранах
cal – калибр пули в дюймах
i – форм фактор пули, он не имеет размерности

Комментарии:
Форм фактор *i* может быть связан с одним из многих стандартов. В этой книге используется два – G1 и G7. БК и форм факторы имеют подписи 1 или 7, указывающие на стандарт, к которому они привязаны.

Пример:
Для 155-грановой пули .308 калибра с форм фактором G7, равным 1.05:

$$\hat{A}\tilde{N}_7 = \frac{155 / 7000}{0.308^2 \cdot 1.05}\left(\frac{\hat{o}\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right) = 0.222\left(\frac{\hat{o}\acute{o}\acute{i}\,\grave{o}}{\ddot{a}\dot{p}\,\acute{e}\grave{i}^{\,2}}\right)$$

Формат для таблиц типа Excel:

БК(BC) = (155/7000)/(0.308^2*1.05)

A1. Баллистический коэффициент.

Формула 2.2: Форм Фактор

$$i = \frac{cd}{cd_{ST}}$$

Где:

i – форм фактор пули, не имеет размерности

cd – коэффициент сопротивления для пули на некоторой скорости

cd_{ST} – коэффициент сопротивления стандартной пули (G1, G7 и т.д.) на той же скорости.

Комментарии:

Форм фактор важен, потому что связывает сопротивление воздуха пуле с сопротивлением воздуха стандартной пуле. Форм фактор необходим для расчета Баллистического Коэффициента.

Определить реальный коэффициент сопротивления на какой-то скорости. Коэффициенты сопротивления для стандартных снарядов G1 и G7 известны, и являются константами, приведенными в таблице внизу.

Пример:

Рассмотрим пулю, имеющую коэффициент сопротивления 0.250 на 3.0 Махах (3360 фт/с в стандартной атмосфере). Во-первых, рассчитаем форм фактор для этой пули для стандарта G1. Коэффициент сопротивления для стандартного снаряда G1 на 3 Махах равен 0.513.

$$i = \frac{0.250}{0.513} = 0.487$$

Теперь рассчитаем форм фактор *G7* для этой пули. Коэффициент сопротивления для стандартного снаряда G7 на 3 Махах равен 0.242.

$$i = \frac{0.250}{0.242} = 1.033$$

Max	G1cd	G7cd
0.00	0.263	0.120
0.50	0.203	0.119
0.60	0.203	0.119
0.70	0.217	0.120
0.80	0.255	0.124
0.90	0.342	0.146
0.95	0.408	0.205
1.00	0.481	0.380
1.05	0.543	0.404
1.10	0.588	0.401
1.20	0.639	0.388
1.30	0.659	0.373
1.40	0.663	0.358
1.50	0.657	0.344
1.60	0.647	0.332
1.80	0.621	0.312
2.00	0.593	0.298
2.20	0.569	0.286
2.50	0.540	0.270
3.00	0.513	0.242
3.50	0.504	0.215
4.00	0.501	0.194

A2. Форм Фактор

Формула 5.1: Время Задержки (Lag Time)

$$T_{lag} = tof\text{-}tof_{vac}$$

Где:

T_{lag} – Время Задержки (секунды)
tof – Реальное время полета пули (секунды)
tof_{vac} – Теоретическое время полета в вакууме (секунды)

Комментарии:
Время Задержки важно потому, что это фундаментальная величина, определяющая то, насколько чувствительной будет пуля к ветровому сносу. Дульная скорость пули и БК определяют то, каким будет время задержки для пули на заданной дальности.

Пример:
Рассмотрим пулю, имеющую дульную скорость 3000 фт/с, выстреливаемую в мишень, расположенную на 600 ярдах. В соответствии с расчетом на баллистической программе, пуля будет иметь время полета 0.7448 секунд. Это считаем *реальным* временем полета пули. Для расчета времени полета в вакууме, просто разделим дальность (в футах) на дульную скорость пули.

tof_{vac}=1800/3000=0.6000 секунды

$$T_{lag} = 0.7448\text{-}0.6000=0.1448 \text{ секунды}$$

A3. Время задержки

Формула 5.2: Ветровой Снос

$$W_d = 17.6 * W_s * T_{lag}$$

Где:

W_d – ветровой снос (дюймы)
W_s – поперечный ветер (мили в час)
T_{lag} – Время задержки (секунды)

Комментарии:

Для ветров, не являющихся идеально поперечными, вам необходимо определить *компоненту поперечного ветра*. Ветер с 2, 4, 8 и 10 часов будет иметь компоненту поперечного ветра, равную 0.87 умножить на его реальную скорость.

К примеру, ветер 10 миль/ч, дующий с 4 часов, будет иметь компоненту поперечного ветра 8.7 миль/ч. Ветер с 1, 5, 7 и 11 часов имеет компоненту поперечного ветра, равную ½ его полного значения.

Ветровой снос, прогнозируемый этой формулой, является точным математическим решением ветрового сноса. Вы можете сверить ее с результатами расчета баллистической программы.

Хотя она простая и точная, эта формула имеет небольшое практическое применение. Вам необходимо знать точное время полета пули, чтобы узнать время задержки, и вам нужна баллистическая программа, чтобы узнать реальное время полета пули. Если у вас есть баллистическая программа, чтобы узнать время полета, вы можете просто рассчитать ветровой снос программой! Другими словами, эта формула ветрового сноса – это то, что используется (в той или иной форме) в баллистических программах.

Пример:

Рассмотрим пулю, имеющую время задержки 0.3731 секунды на 600 ярдах (как в предыдущем примере), летящую через поперечный ветер скоростью 10 миль/ч. На сколько дюймов эту пулю снесет поперечный ветер?

$$W_d = 17.6 * W_s * T_{lag}$$
$$W_d = 17.6 * 10 * 0.1448$$
$$W_d = 25.5 \text{ дюймов}$$

A4. Ветровой Снос.

Формула 5.3: Скорость

$$V_2 = \sqrt{\frac{V_1^2 W_1}{W_2}}$$

Где:

V_2 – скорость пули 2 (фт/с)
V_1 – скорость пули 1 (фт/с)
W_2 – вес пули 2 (граны)
W_1 – вес пули 1 (граны)

Комментарии:
Эта формула скорости может быть использована для *проецирования* скорости пули на основании скорости другой пули. Она полезна потому, что позволяет вам оценить то, какую скорость вы можете получить при использовании более легкой или более тяжелой пули в данном патроннике. К примеру, если вы знаете, что ваш .308 Winchester может обеспечивать 3000 фт/с с 155-грановыми пулями, вы можете использовать эту формулу для выяснения того, какую скорость можете ожидать при стрельбе 185-грановыми пулями при таком же давлении в патроннике.

Пример:
Рассчитаем ожидаемую скорость для 185-грановой пули в .308 калибре. 155-грановая пуля способна обеспечивать 3000 фт/с. Применив Формулу 4.4, вы можете определить, что скорость 185-грановой пули, выстреливаемой при таком же давлении в патроннике.

$$V = \sqrt{\frac{3000^2 \cdot 155}{185}}$$

$$V = 2746 \ фт/с$$

Этот метод основан на предположении, что более тяжелая и более легкая пули покидают дульный срез с одинаковой кинетической энергией, что является хорошим предположением, но не всегда идеальным.
Этот метод оценки дульной скорости полезен при сравнении баллистических характеристик двух пуль разного веса в одном патроне.

Формат для таблиц типа Excel:
V=sqrt(3000^2*155/185)

A5. Скорость.

Формула 6.1: Деривация

$$Äåðèâàöèÿ = 1.25\left(Sg + 1.2\right)tof^{1.83}$$

Где:

Деривация – деривация в дюймах (в направлении нарезов)

Sg – фактор гироскопической стабильности, рассчитанный по правилу шага нарезов Миллера.

tof – время полета пули.

Комментарии:

Гироскопический снос или *деривация* – это систематическое отклонение пули в направлении, в котором она вращается (вправо для стволов с правыми нарезами). Ветровой снос невелик для большинства выстрелов до 1000 ярдов, но может возрастать до существенных величин на повышенных дальностях. Для расчета деривации необходимы фактор гироскопической стабильности SG и время полета пули. Их можно найти с использованием прилагаемого программного обеспечения.

Пример:

Рассмотрим деривацию пули, имеющей время полета 1.6845 секунды. Дальность до мишени при расчете деривации не используется (она учтена во времени полета). Эта пуля имеет фактор гироскопической стабильности 1.5.

$$Äåðèâàöèÿ = 1.25\left(Sg + 1.2\right)tof^{1.83}$$

$$Äåðèâàöèÿ = 1.25\left(1.5 + 1.2\right)1.6845^{1.83}$$

$$Äåðèâàöèÿ = 8.8 \ \ дюймов$$

Формат для таблиц типа Excel:

Деривация=1.25*(1.5+1.2)*tof^1.83

А6. Деривация.

Формула 9.1: Калибровка Апертурного Прицела

$$1\,\hat{e}\ddot{e}\grave{e}\hat{e} = 171.89\frac{\ddot{I}\ \hat{i}\ \ddot{a}\hat{a}\grave{e}\ae\ \hat{e}\grave{a}\ \ddot{i}\ \eth\grave{e}\ddot{o}\mathring{a}\ddot{e}\grave{a}\ \varsigma\grave{a}\ 20\ \hat{e}\ddot{e}\grave{e}\hat{e}\hat{i}\ \hat{a}(\ddot{a}\ddot{y}\ \acute{e}\grave{i}\ \hat{u})}{\ddot{I}\ \eth\grave{e}\ddot{o}\mathring{a}\ddot{e}\ddot{u}\acute{i}\ \grave{a}\ddot{y}\ \acute{a}\grave{a}\varsigma\grave{a}(\ddot{a}\ddot{y}\ \acute{e}\grave{i}\ \hat{u})}\grave{I}\ \hat{I}\ \grave{A}$$

Комментарии:

Эта формула довольно проста и интуитивно понятна. Ее можно использовать для определения реального смещения вашей точки прицеливания на каждый клик апертурного прицела на основании прицельной базы и подвижки прицела на 20 кликов, измеренной штангерциркулем.

Обычной ошибкой является *предположение* о том, что регулировка прицела является такой, какая заявляется в рекламе (1/4 или ½ MOA на клик). В Главе 9 приведена иллюстрация, показывающая, какие измерения необходимы для этой формулы.

Пример:

Скажем, первоначальное положение прицела было в 0.921″ от кромки каретки. После перемещения прицела на 20 кликов, этот размер стал равен 0.796″ от кромки каретки. Полная подвижка прицела равна 0.125″ на 20 кликов. Теперь измерьте прицельную базу от задней части мушки - 35″. Теперь подставим эти числа в Формулу 7.1:

$$1\,\hat{e}\ddot{e}\grave{e}\hat{e} = 171.89\frac{0.125}{35}\grave{I}\ \hat{I}\ \grave{A}$$

$$1\,\hat{e}\ddot{e}\grave{e}\hat{e} = 0.614\grave{I}\ \hat{I}\ \grave{A}$$

A7. Калибровка Апертурного Прицела

Формула 11.1: Кинетическая Энергия

$$KÝ = \frac{BW \cdot V^2}{450800}$$

Где:

КЭ = Кинетическая энергия пули на дульном срезе в фут-фунтах
BW = вес пули в гранах
V = Скорость в футах в секунду

Комментарии:
Кинетическая энергия может рассматриваться как *ударная энергия* пули.
Кинетическая энергия не важна для стрелков по мишеням, которые просто стреляют по бумаге, но она очень важна для охотников, которым нужно убивать животных. Обычным правилом является то, что пуля должна доносить как минимум 1000 фут-фунта кинетической энергии для убийства зверя размером с белохвостого оленя.

Пример:
Рассчитаем кинетическую энергию для 155-грановой пули, выстреливаемой с дульной скоростью 3000 фт/с.

$$KÝ = \frac{155 \cdot 3000^2}{450800}$$
$$KÝ = 3094.5 \; \textit{фут-фунта}$$

Теперь рассчитаем кинетическую энергию для этой пули на 500 ярдах.
В соответствие с баллистической программой, пуля прилетит на 500 ярдов на скорости 2066 фт/с.

$$KÝ = \frac{155 \cdot 2066^2}{450800}$$
$$KÝ = 1467.6 \; \textit{фут-фунта}$$

Формат для таблиц Excel:
КЭ=155*2066^2/450800

A8. Кинетическая Энергия

Формула 14.1: Формула Матунаса Оптимального Веса Дичи

$$\hat{I}\ \hat{A}\text{Æ} = V^3 W^2 \cdot 1.5 \times 10^{-12}$$

Где:

ОВЖ – это вес, в фунтах, животного оптимального веса, для которого может/должна использоваться пуля.
V- скорость пули в футах в секунду.
W- это вес пули в гранах
$1.5x10^{-12}$ – это константа, связывающая единицы измерения.

Комментарии:
Оптимальный Вес Животного – это вес животного, для которого пуля данного веса и скорости будет летальной. Важно помнить, что эта формула является приблизительной. Животные могут, определенно, быть убитыми и энергиями ниже даваемого формулой ОВЖ, но этот выстрел будет недостаточно *оптимальным*. И это означает, что выстрел убьет животного только от повреждения тканей (на что может понадобиться некоторое время, пока животное будет бежать), и это не будет мгновенным обездвиживанием от гидростатического шока.

Пример:
Каким будет оптимальный вес животного для .308, выстреливающего 155-грановые пули со скоростью 2850 фт/с?

$$\hat{I}\ \hat{A}\text{Æ} = 2850^3 * 155^2 * 1.5 \times 10^{-12}$$
$$\hat{I}\ \hat{A}\text{Æ} = 834\ \textit{фунта}$$

Это у дульного среза. Чтобы спроецировать оптимальный вес дичи на определенной дальности, вам нужно рассчитать скорость на этой дальности и использовать ее в формуле ОВЖ.

Формат для таблиц Excel:
ОВЖ=2850^3*155^2*1.5*10^-12

A9. Формула Матунаса Оптимального Веса Дичи

Формула 17.1: Прогнозирование форм фактора G7

$$i_7 = 1.470 - 0.346 \cdot A - 0.162 \cdot B + 0.018 \cdot C + 0.072 \cdot C^2 + 2.520 \cdot D - 3.584 \cdot D^2 - 0.171 \cdot E - 0.111 \cdot F + 0.0118 \cdot F^2 - 0.000359 \cdot F^3$$

Формула 17.1

Где:
i_7 – форм фактор пули, связанный со стандартным снарядом G7
A – калибры пули в дюймах
B – длина оживала пули в калибрах
C – отношение Rt/R (безразмерная величина)
D – диаметр мепла в калибрах
E – длина боаттэйла в калибрах
F – угол боаттэйла в градусах

Комментарии:
Эту формулу можно использовать для прогнозирования форм фактора G7 для дальнобойных пуль (схожих по форме со стандартным снарядом G7), действительную для всех скоростей. Пример того, как использовать эту формулу для прогнозирования форм фактора G7 и БК показан в Главе 17. Эта формула наиболее эффективно применима в таблицах Excel или в некоторых других программах, не требующих постоянного ввода всех переменных. Если делать это, можно легко ошибиться.
Если использовались точные параметры геометрии пули, среднеквадратическое отклонение ошибки для Формулы 17.1 равно 2.1%. Это означает, что результаты будут точными в пределах +/- 4.2%; в 95% случаев, и точными в пределах +/- 6.3% в 99% случаев.

A10. Прогнозирование форм фактора G7.

Формула Стабильности Миллера

$$SG = \frac{30m}{t^2 d^3 l\left(1+l^2\right)}$$

Где:

m – масса пули в гранах
t – твист нарезов в *калибрах на оборот*
d – диаметр (калибр) пули в дюймах
l – длина пули в калибрах

Комментарии:
Эта формула не была представлена в тексте Главы 10, посвященной стабильности, потому что я хотел сделать главу об *идеях* стабильности, а не о математике. Здесь в Приложении математика уместна. Формула Стабильности Миллера очень важна, и она представляет собой основное современное продвижение в знаниях о внешней баллистике пуль, стабилизируемых вращением. Дон начал публиковать свое правило твиста около 2005 года. До этого, лучшее, что делали стрелки, это оценивали гироскопическую стабильность по устаревшей формуле Гринхилла, разработанной для снарядов, имеющих форму *мяча для американского футбола*, летающих на дозвуковых скоростях, и она не совсем точна для современных пуль.
Формула Миллера подняла понимание и точность расчетов стабильности на новый уровень. На следующей странице приведены поправки к формуле Миллера на атмосферные условия и скорость.

Пример:
Из Главы 10 вы знаете, что фактор гироскопической стабильности (SG) должен быть 1.4 или выше. Рассмотрим 155-грановую пулю .308 калибра, имеющую длину 1.2 дюйма, и выстреливаемую из ствола с твистом 1:13″. Каким будет SG для этой пули?

$$SG = \frac{30(155)}{(13/0.308)^2 0.308^3 (1.2/0.308)\left(1+(1.2/0.308)^2\right)}$$

$$SG = 1.42$$

Формат для таблиц типа Excel:
SG=(30*155)/((13/.308)^2*.308^3*1.2/.308*(1+(1.2/.308)^2))

A11. Формула Стабильности Миллера

Формула Стабильности Миллера: Поправка на Скорость

$$f_v = \left(\frac{V}{2800} \right)^{1/3}$$

Где:

f_v – коэффициент поправки на скорость
V – дульная скорость пули

Комментарии:
Основная формула Миллера для фактора стабильности, приведенная на предыдущей странице, действительна для дульной скорости 2800 фт/с. Чтобы внести в формулу поправку на дульные скорости, отличные от 2800 фт/с, применяется этот поправочный коэффициент f_v.

Пример:
В предыдущем примере, мы рассчитали SG в 1.42 для 155-грановой пули .308 калибра длиной 1.2 дюйма. Этот SG действителен для 2800 фт/с, но что если мы хотим знать, как повлияет на стабильность увеличение скорости до 3000 фт/с? Вначале рассчитаем коэффициент поправки на скорость:

$$f_v = \left(\frac{3000}{2800} \right)^{1/3} = 1.023$$

Теперь умножим первоначальный SG на этот коэффициент поправки:

Sg= 1.42 * 1.023 = 1.45

Формат для таблиц Excel:
Коэффициент Поправки на Скорость=(3000/2800)^(1/3)

A12. Формула Стабильности Миллера: Коэффициент Поправки на Скорость.

Формула Стабильности Миллера: Атмосферная Поправка

$$f_{tp} = \frac{(FT + 460)}{(59 + 460)} \frac{29.92}{PT}$$

Где:

f_{tp} – коэффициент поправки на атмосферные условия
FT – температура воздуха в градусах Фаренгейта
PT – давление воздуха в дюймах ртутного столба

Комментарии:
Атмосферная поправка к формуле стабильности Миллера учитывает влияние температуры воздуха и давления на стабильность пули. Коэффициент поправки f_{tp} рассчитывается и просто умножается на SG, найденный в основной формуле. Если вы не находитесь на высоте уровня моря, вы должны использовать реальное или измеренное атмосферное давление, а не исправленное Бюро Погоды давление на уровне моря.

Пример:
Продолжим предыдущий пример с 155-грановой .308 калибра пулей, имеющей длину 1.2″, выстреливаемой из ствола с твистом 1:13″. На 3000 фт/с, эта пуля будет иметь исправленный SG 1.45. Каким будет SG для этой пули, если температура воздуха равна 85°F, а измеренное давление воздуха 28.50 дюймов рт.ст.? Вначале рассчитаем поправочный коэффициент:

$$f_{tp} = \frac{(85 + 460)}{(59 + 460)} \frac{29.92}{28.50} = 1.10$$

Теперь умножим SG на этот поправочный коэффициент:

Sg= 1.45 * 1.10 = 1.60

Формат для таблиц Excel:
Коэффициент атмосферной поправки = (85+460)/(59+460)*29.92/28.5

A13. Формула Стабильности Миллера: Поправка на Атмосферные Условия.

Стандартная Атмосфера ICAO

ICAO – это *International Civil Aviation Organization (Международная Организация Гражданской Авиации),* и это самая современная модель атмосферы Земли. Она была принята в 1962 году. Более старый Армейский Стандарт Метро атмосферы был принят в 1905 году, и уже вышел из использования для большинства применений. Эта таблица может быть использована для определения давления окружающего воздуха и температуры на высотах от уровня моря до 10 000 футов. Если вы сделаете выпадающую таблицу для охотничьего тура или винтовочного матча, то сможете использовать эти данные по атмосфере, если не будете иметь возможность измерить и рассчитать понижение в месте стрельбы. Давление воздуха на высотах достаточно постоянное в течение всего года с небольшими дневными флуктуациями на фронты высокого и низкого давления. Давление воздуха не привязано к времени года. Температура воздуха определяется временем года, а также высотой.

Высота (футы)	**Давление Воздуха (дюймы ртутного столба)**	**Температура Воздуха (градусы Фаренгейта)**
0	29.92	59
500	29.38	57
1000	28.86	55
1500	28.33	54
2000	27.82	52
2500	27.32	50
3000	26.82	48
3500	26.33	47
4000	25.84	45
4500	25.37	43
5000	24.90	41
5500	24.43	39
6000	23.98	38
6500	23.53	36
7000	23.09	34
7500	22.65	32
8000	22.23	31
8500	21.80	29
9000	21.39	27
9500	20.98	25
10000	20.58	23

A14. Стандарт атмосферы ICAO.