В.Л.УТКИН

АРИФМЕТИКА ЗДОРОВЬЯ

Москва 2008

УДК 613/614
ББК 51.204.0
У 84

В.Л.Уткин
Арифметика здоровья

Главный редактор издательства - И.А.Макарова
Художественные редакторы - Е.Г.Боровичук, Е.А.Гатчина
Технический редактор - Д.В.Заманский

Сдано в набор_______. Подписано в печать_______.
Формат издания 60x90 1/16. Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Таймс». Усл. Печать л.7.25 + 1.25 п.л. вкл. Тираж 1000 экз.
Заказ № ____

Рекламно-Информационное агентство "СтройИНФО".
Адрес: г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, корп. 22

ISBN
978-5-9901562-1-0

О книге и её авторе

«Арифметика здоровья» – книга полезная и оригинальная, адресованная всем, кто хотел бы оптимизировать свою жизнь и достичь наивысших успехов. Она пронизана идеей системного восприятия мира.

Автор, профессор Уткин Владимир Леонидович – человек разносторонних интересов. Почётный строитель России, известный специалист в области строительной индустрии, президент Научно-производственного центра «СТРОЙТЕХ», директор Департамента стройиндустрии Ассоциации строителей России, он вместе с тем живо интересуется проблемами спорта и оздоровительной физкультуры. В его послужном списке – опыт преподавания математической статистики и биомеханики в институте физической культуры. Его хобби – освоение новых видов спорта и фотография.

Разносторонний спортсмен – лыжник, байдарочник-слаломист, пловец, велосипедист. За его плечами – 12 горных рек высшей категории сложности, пройденных на байдарке и плоту. На лыжах пересёк Онежский полуостров с десятью холодными ночёвками в январе, когда дневная температура не поднимается выше - 25^0С. Участвовал в подготовке советских спортсменов к Олимпийским играм. Удостоен звания «Заслуженный работник физической культуры Российской Федерации». Уже на седьмом десятке начал заниматься теннисом, горными лыжами, верховой ездой. И убеждён, что при разумном отношении к своему здоровью человек должен жить больше ста лет. Об этом говорит и его родовой опыт. Уральские предки Владимира Леонидовича были долгожителями и рожали детей в возрасте 50 - 60 лет. Но для этого нужно было жить на природе, много двигаться, правильно питаться и исключить из своей жизни раздражающий беспорядок. Вот и автор книги «слишком занят, чтобы позволить себе иметь поводы для беспокойства». И живёт в собственном доме, в лесу, на берегу водохранилища.

Для одних читателей эта книга будет учебным пособием по математической статистике, другим поможет стать здоровее и красивее, третьим подскажет путь к решению житейских проблем. Она учит активной жизненной позиции и порядку в мыслях и делах. А это – основа успеха в любом деле.

Мастер спорта международного класса,
Заслуженный строитель России
Солонцов Владимир Иосифович

Министр строительства
Свердловской области
Карлов Александр Владимирович

Посвящаю свой труд возрождению России. От этого зависит судьба и благополучие дорогих мне людей, фотографии которых собраны в конце книги. Желаю им крепкого здоровья и успехов во всех делах. Вместе с ними хочу пожелать счастья всем нашим соотечественникам и, прежде всего, красивым и мудрым женщинам России. В эти нелёгкие годы им пришлось труднее всех. Если они будут счастливы, все мы будем здоровы!

От автора

Задумывая новую книгу, очень важно найти для неё хорошее название. Как говаривал мой учитель, профессор Виктор Львович Карпман, «хорошее название – половина работы». Не знаю, понравится ли читателю эта книга, но её название, по-моему, очень актуально. Именно арифметики здоровья нам сегодня недостаёт.

Книжный рынок переполнен буклетами, брошюрами и монографиями о здоровом образе жизни и оздоровительной физкультуре. Хорошо, что никто не в силах, да и не пытается прочитать их все подряд. Смельчак утонул бы в море неоднозначных советов и противоречивых рекомендаций, причина которых одна – почти полное отсутствие проверенных, статистически достоверных фактов и естественно вытекающий из этого уклон в сторону интуитивного и «само собой разумеющегося». А это – весьма зыбкая основа.

Нет недостатка в журнальных статьях и книгах, написанных профессионально, но сложно. В них постепенно формируется «математика здоровья», в которой, однако, может разобраться лишь тот, кто овладел «арифметикой».

Таким образом, ситуация обычная. Легко впадая в крайности, мы часто не умеем выбрать «золотую серединку». Автор потому так уверенно говорит обо всём этом, что сам немало грешил и в жанре популярных неточностей, и в стиле устрашающей заученности.

Но с годами становится всё яснее, что истинная наука кристально чиста и прозрачна в своих целях, методах и рекомендациях. Чем выше уровень специалиста, тем точнее и доступнее он излагает основы знания и новые идеи. И всё-таки не только научные, но и научно-популярные издания требуют от читателя некоторой подготовки, приобщённости к языку точного знания. В области здоровья и двигательного совершенствования этот язык базируется на основных понятиях математической статистики и квалиметрии. Знакомство с ними открывает книгу. Причём мы отказались как от упрощённого, так и от математически строгого изложения и постарались найти язык, компромиссный по сложности и точности. Его мы назвали языком «арифметической статистики».

Весь дальнейший текст – это попытка на доступном языке точного знания, языке «арифметической статистики» рассказать о современных идеях и методах оздоровительной деятельности.

Здоровье человека – понятие ёмкое и многогранное, и не удивительно разнообразие взглядов на здоровье и вариантов «древа здоровья». На одном из них – две ветви: факторы (всё то, что может улучшить или ухудшить здоровье) и критерии (то, по чему можно судить о состоянии здоровья) – рис. 1.

Поскольку нельзя охватить необъятное, мы сосредоточились на двигательной сфере. Но не смогли удержаться от соблазна обсудить новые идеи здорового питания и некоторые эзотерические пути поддержания и накопления здоровья. И лишь ограниченный объём книги да леность автора не позволили продлить перечень обсуждаемых тем (и глав книги) до бесконечности.

Проблематика здоровья необозрима и возникла совсем недавно. Ведь мода на здоровье пришла лишь во второй половине XX века. И простые люди, и правительства, наконец, начали понимать, что тратить время на тренировки, строить бассейны и теннисные корты выгоднее, чем болеть и оплачивать листы нетрудоспособности. Отсюда – всё возрастающий интерес к теории и практике оздоровительной деятельности.

Книга адресуется в первую очередь выпускникам учебных заведений физкультурного и медицинского профиля, которые, пополнив свои знания, смогут нести их миллионам людей, интересующихся проблемами здоровья, занимающихся в группах здоровья, клубах атлетической гимнастики и т.п. Но, быть может, её с интересом прочитают и люди, пока ещё далёкие от активных занятий физкультурой – хотя бы для того, чтобы избежать очевидных ошибок.

При отборе статистических методов учитывалось, входят ли они в наиболее популярные компьютерные пакеты математико – статистических программ (Statgraphics, математико – статистический раздел Excel Microsoft и др.).

Многое в этой книге родилось на лекциях по математической статистике для аспирантов, в беседах и сотрудничестве с профессорами В.К.Бальсевичем, С.В.Голомазовым, Д.Д.Донским, В.М.Зациорским, В.Л.Карпманом, С.Д.Неверковичем, Г.И.Поповым, С.Г.Сейрановым, В.Н.Селуяновым, В.Д.Сонькиным, А.Л. Сыркиным, Анатолием и Александром Шалмановыми, а также с многолетними друзьями и соратниками – В.И.Бондиным, В.В.Зайцевой, Виктором и Ольгой Заикиными, И.Н.Иваницкой, Т.П.Лазаренко, В.В.Перловой, П.В.Чупахиным, М.И.Шикуновым.

Книга вряд ли увидела бы свет, если бы не энтузиазм моей дочери Татьяны, которая извлекла рукопись из десятилетнего небытия и, подобно Фее Сирени, вернула её к жизни. Тяжкий труд подготовки рукописи к печати взяли на себя Е.А.Гатчина и Т.Н.Корепанова. Эта книга и многое другое в моей жизни сделались лучше в результате общения с моим духовным наставником, о. Михаилом – настоятелем храма прп. Серафима Саровского в Набережных Челнах. И огромная благодарность нашей волшебнице – Надежде Васильевне Гороховой, которая революционным образом усовершенствовала мои прежние представления о здоровье и собственных возможностях и открыла новые горизонты.

Вслед за «Арифметикой здоровья» выходит в свет книга, посвящённая истории рода Уткиных и Горбуновых. Мои предки были людьми трудолюбивыми и небедными. Многие жили больше ста лет и рожали детей после шестидесяти. Оказалось, что при правильном отношении к своему здоровью всё это возможно и сегодня.

В Уткин

ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ КОНТРОЛЯ

Контроль сопровождает любую целенаправленную деятельность. Чётко налаженный контроль особенно важен, когда речь идёт о нашем здоровье и его фундаменте – двигательной активности и двигательном совершенстве.

Как всякую иерархическую систему, двигательное совершенство можно изобразить в виде «древа качества» и на этой основе обдумывать содержание контроля. Об этом первая глава.

Но человек – изменчивый объект контроля. Все его показатели непрерывно меняются, даже такие, казалось бы, стабильные, как длина и вес тела. Известно, например, что после интенсивной физической работы рост человека уменьшается на несколько сантиметров из-за сжатия межпозвоночных дисков.

Особенно непостоянны биомеханические характеристики. Человек никогда не делает двух одинаковых движений. Даже в ходьбе каждый шаг чем-то отличается от других. Изменчивость – это та причина, по которой контроль за состоянием здоровья и двигательным совершенством неосуществим без математико – статистических знаний. Поэтому первая часть книги посвящена «математической статистике для всех».

«Для всех» значит и для тех, кто дружит с математикой, и для тех, кто далёк от неё. Здесь нет сложных формул и рафинированной строгости изложения. Ибо для решения большинства практических задач достаточно «арифметической статистики». Прочитав вторую главу, вы убедитесь, что осуществлять статистический анализ экспериментальных данных при сравнении конкурентов, выборе способа тренировки, диагностике состояния здоровья, прогнозировании спортивных результатов можно, если умеешь складывать, вычитать, умножать и делить.

Хорошо бы преодолеть неприязнь к статистическим методам и поверить, что математическая статистика – это не оторванный от жизни набор формул и терминов, а весьма плодотворный стиль мышления. Приобщиться к нему – значит обогатить свою интуицию профессионала и просто человека, живущего в нашем сложном вероятностном мире. Недаром в некоторых странах математическую статистику преподают в школе.

Первая часть книги завершается двумя главами, в которых представление о «древе качества» и сведения из «арифметической статистики» используются для введения в теорию тестов и для рассказа о методах количественной оценки красоты.

Как известно, тест – это «инструмент», который, подобно измерительному прибору, должен быть тщательно проверен до его использования. Проверяют информативность и надёжность теста методами корреляционного и дисперсионного анализа. О том, как это делается, рассказано в третьей главе. Там же идёт речь о шкалах оценивания, преобразующих результаты измерения и тестирования в очки или баллы.

Но что делать с этими баллами? Это не простой вопрос, потому что крайне редко одного-единственного теста достаточно. Как говорится, из одного цветка не сплести венка. А венок из тестов не так-то легко плетётся. Здесь нужно знать правила объединения оценок, полученных при испытаниях одного и того же человека несколькими тестами, в общую («интегральную») оценку. Эти правила являются ключом к оценке состояния здоровья, комплексному контролю и прогнозированию в спорте и оздоровительной физкультуре.

Знакомясь с математико – статистическими подходами к решению подобных задач, придётся смириться с тем, что ни один прогноз не бывает абсолютно точным. Это не дано было понять обывателям всех времён и народов, которые осыпали своих мудрецов и прорицателей всеми возможными почестями, но при малейшей ошибке изгоняли или убивали.

К сожалению, ошибки при предсказаниях – неизбежное зло, которое статистика отменить не в силах. Но статистика помогает сделать это зло менее опасным.

В четвёртой главе обсуждается вопрос о том, можно ли измерить красоту (а вслед за ней счастье, любовь и т.д.). Эта проблема увлекательна и многогранна. Наряду со статистическими аспектами (которые воплощаются в жизнь, например, при судействе в художественной гимнастике и фигурном катании на коньках), важен вопрос об эстетическом идеале. Его эволюция в истории человечества – поучительный урок для догматиков. Но во все времена, за исключением средневековья, здоровье и телесная красота вызывали положительную эмоциональную реакцию.

Таково вкратце содержание первой части книги. В ней встречаются математические формулы, и автор поднимает бокал доброго токайского за то, чтобы это прискорбное обстоятельство не помешало читателю получить удовольствие и пользу от чтения.

Глава 1. ЗДОРОВЬЕ И ДВИГАТЕЛЬНОЕ СОВЕРШЕНСТВО, или как растёт «древо качества»

Почти полвека назад появились первые книги и статьи о **квалиметрии** (от лат. qualitas – качество, и греч. metreo – измеряю). Своим рождением квалиметрия обязана стремлению фирм повысить качество и конкурентоспособность своей продукции. Поэтому поначалу специалистов по квалиметрии интересовало лишь качество экономических систем и промышленных товаров. Но очень скоро стало ясно, что **количественный контроль за качеством** – обязательное условие прогресса в любой сфере деятельности. Стало ясно и другое: чтобы управлять качеством, надо уметь его измерять.

В основе квалиметрии лежит несколько предположений:

1) любое качество **можно измерить;**

2) качество есть совокупность свойств, образующих иерархическое «древо качества»;

3) для количественной характеристики каждого свойства нужно найти **относительный показатель** (в процентах от максимально возможного) и **весомость**;

4) **сумма весомостей** свойств каждого уровня равна единице.

Совокупность свойств и измеряемых показателей наглядно изображается в виде «ветвей и листьев древа качества». Ветвящаяся древовидная структура удобна для содержательного моделирования явлений любой природы. Ибо это – самый естественный и эффективный способ перейти от общих рассуждений (где неизбежны разночтения и субъективизм) к точному анализу интересующего нас явления.

Идея квалиметрического анализа проста и естественна. Действительно, как растёт дерево из семечка? Сначала тянется вверх росток – будущий ствол. Затем он ветвится. На ветвях образуются многочисленные отростки. Формируется крона из листьев. Со временем дерево всё больше разветвляется, а его крона становится всё гуще.

Так же растут и ширятся наши знания о мире. Древо знаний отображает реально существующие закономерности.

Квалиметрический подход универсален. Он пригоден для изучения явлений любой сложности: от таких масштабных, как культура и все знания, накопленные человечеством, до вполне конкретных – таких, например, как здоровье и двигательное совершенство человека. Об универсальности квалиметрического подхода свидетельствует опыт построения иерархического древа культуры, частью которой является телесная культура и забота о здоровье человека (рис. 1, 2).

Знакомство с квалиметрией обычно начинается с сомнений: верно ли, что любое качество можно измерить? Неужели можно количественно оценить красоту, доброту, смелость и т.п.? Правильный ответ на эти вопросы только один: не существует ничего, что не поддаётся точной, количественной оценке. Другое дело – ограниченный уровень наших современных возможностей.

Ещё триста лет назад точное измерение длины и времени было не простым делом. И полувека не прошло с тех пор, когда измерение двигательных качеств человека казалось научной фантастикой. Сегодня уже никто не пользуется саженями, локтями и т.п. Всё более широкое применение находят точные методы контроля над выносливостью, силой, быстротой, гибкостью, ловкостью. И этот прогресс беспределен.

Растолковывая студентам и аспирантам основы квалиметрии, автор этих строк иногда предлагает им придумать способ количественной оценки качества будущего избранника жизни, новогоднего праздника и т.п. Такие упражнения вызывают живой интерес, особенно задача о выборе жениха или невесты. Причём из года в год почти не меняется ранжирование свойств, составляющих «древо качества». Применяя методы экспертизы, студенты отбирают те свойства, которые представляются им наиболее важными: доброту, правдивость, сексуальность, внешнюю привлекательность, материальную обеспеченность и т.д. Затем эти свойства сравнивают по степени значимости (весомости). Для каждого из отобранных свойств изобретается шкала измерений, по которой определяется относительный показатель, характеризующий степень выраженности данного свойства у того или иного претендента. И, наконец, относительные показатели свойств с их весомостями объединяются в количественную оценку качества.

Умение построить иерархическое древо качества и получить инструмент для измерения этого качества весьма полезно для успешного решения и бытовых, и профессиональных проблем. Не случайно такое внимание уделяется квалиметрии в странах «экономического чуда». Например, в период послевоенного подъёма экономики в Японии существовало 27 ступеней повышения квалификации в деле количественной оценки качества. За время, потраченное на самообразование в этой области, фирмы платили вдвое больше, чем за основную работу. А победители региональных и национальных конкурсов знаний в области квалиметрии были известны наравне с выдающимися киноактерами и спортсменами.

Универсальность квалиметрического подхода ярче всего видна при анализе такого сложного и многогранного явления, как человеческая культура. В самом деле, чем современный человек отличается от неандертальца? Конечно же, внешностью. Но так ли уж велики внешние различия? Ведь если неандертальца или даже питекантропа нарядить в современный костюм, то он мало бы отличался от многих из наших современников. Так в чём же отличие? И существует ли оно? Несомненно! Мы отличаемся от первобытных людей культурой.

В толковом словаре русского языка сказано, что культура – это совокупность достижений человечества в производственной, общественной и интеллектуальной сферах. Культура огромна и разнообразна. Она включает в себя (рис 1):

1) **естествознание** и естественные науки, изучающие явления и закономерности природы; к ним относятся антропология, астрономия, биология, география, геология, физика, химия др.;

2) **гуманитарные** знания и науки, развивающие духовную сферу человека и изучающие взаимоотношения людей: теоло-

гия, философия, история, филология, социология, искусствоведение и др.;

3) **искусство** – творческое отображение действительности в художественных образах (музыка, театр, живопись, скульптура и др.);

4) **математические науки**, изучающие количественные взаимоотношения между явлениями, развивающие способность мыслить и действовать логично и точно; помимо математики, к ним относятся информатика, метрология и ряд других;

5) **технологии**, т.е. совокупность приёмов, служащих для создания материальных ценностей или обеспечения насущных потребностей людей; к технологиям относятся: машиностроение и строительство, земледелие и животноводство, юриспруденция и охрана порядка, медицина и спорт, транспорт и связь.

Многообразие человеческой культуры столь велико, что сегодня на земле существует более 6000 профессий и их число продолжает увеличиваться. Особое место занимают профессии, связанные со здоровьем и двигательной культурой: врач, методист по лечебной физкультуре, массажист, учитель физкультуры, спортивный тренер и ещё десяток других. Эти профессии опираются на многие разделы человеческой культуры, ибо люди стремятся обратить все достижения цивилизации на укрепление своего здоровья.

Так, хороший учитель физкультуры должен не только в совершенстве владеть технологическими приёмами своей профессии, средствами и методами обучения. Он должен ясно представлять себе, какие биологические процессы протекают в организме человека, выполняющего физические упражнения. Ему необходимы знания по искусству, чтобы приобщить детей к миру прекрасного и научить их красиво двигаться. Нужна ему и начальная математическая подготовка. Без неё трудно тестировать, прогнозировать результаты, рассчитывать нагрузку, принимать точные решения в меняющихся ситуациях.

Размышления у древа человеческой культуры чрезвычайно плодотворны. Идеи, здесь возникающие, порой определяют судьбы людей и позволяют избежать многих ошибок. Когда подрастает ребёнок и приходит пора задуматься о профессии, полезно подарить ему большой настенный плакат с изображением «древа культуры», несколько энциклопедических словарей и цветные фломастеры. Пусть побольше читает и отмечает на плакате то, что понравилось, и то, к чему душа не лежит. Через год – два не зачёркнутыми останутся всего несколько названий. Тогда для каждого из них нужно построить своё иерархическое древо, где будет показано, из каких профессий складываются заинтересовавшие ребёнка отрасли знания. Некоторые из этих профессий сразу же не понравятся, а другие вызовут интерес. Вот здесь наступит пора экскурсий: «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать!».

А когда будет выбрано несколько конкретных профессий, снова придёт пора рисовать иерархические деревья (деревья свойств, необходимых профессионалу) и сопоставлять их с профилем способностей ребёнка. Ибо если юноша мечтает стать мореплавателем, но страдает морской болезнью, а девушка решила выучиться на медсестру, но не любит помогать людям в беде, то им следует поискать другие профессии.

Таким образом, квалиметрический подход к решению сложных проблем нацелен, в конечном счёте, на то, чтобы, согласно идее А. Азимова, «увеличивать сумму человеческого счастья». Плодотворность деревьев качества объясняется ещё и тем, что древовидные («иерархические») модели как нельзя лучше соответствуют многим явлениям материального мира.

Оглавление книги, библиотечный каталог, файловая организация информации в компьютере, молекулярная и атомная структура вещества, планетные системы, иерархические системы в животном мире и человеческих сообществах. Нас окружает великое множество естественных и рукотворных древовидных структур. Они различны по содержанию, но сходны по форме: целое в них делится на части, каждая из которых, в свою очередь, образует новое иерархическое древо. Древовидные структуры отображают общую закономерность, восходящую к основам мироздания. «На протяжении всего нисхождения от Духа до атома действует прогрессирующий закон фрагментации (дробления)» – говорит Сатпрем в своей книге о Шри Ауробиндо[1].

Ни один интересующий человека вопрос не может быть успешно решён без навыка мысленного разделения целого на части. В обыденных, бытовых ситуациях человек делает это по привычке, не задумываясь. Ведь никто не надевает на себя мешок с прорезью для головы. Вместо этого каждая часть тела облекается в одежды и украшается отдельно от других. Но делается это так, что отдельные элементы одежды как бы дополняют друг друга. И в итоге из дома выходит человек, одетый красиво и целесообразно.

Причём в любой деятельности неявно присутствует оценивание. Одеваясь, делая причёску, выбирая украшения, мы невольно или сознательно оцениваем их качество. Таким образом, каждый из нас ежедневно занимается практической квалиметрией: строит иерархические деревья качества, формирует оценки и старается организовать свою жизнь так, чтобы комплексные оценки были как можно выше. То есть, чтобы выглядеть как можно привлекательнее, чтобы здоровье было как можно крепче, благосостояние прочнее, жизнь безопаснее и т. д.

Мудрецы всех времён и народов знали об этом, хотя не пользовались квалиметрической терминологией. Нам же, не владеющим высшим знанием, чрезвычайно полезно освоить язык и технологические приёмы квалиметрии. В противном случае весьма вероятны ошибки, тяжесть и последствия которых могут быть самыми разными – от неряшливой одежды до несчастливой и бесполезной жизни.

Располагая таким мощным инструментом, как квалиметрия, весьма заманчиво применить его для контроля за состоянием здоровья. Как же выглядит «древо здоровья»? – На рис. 2 показан один из его вариантов. Другой вариант можно назвать анатомическим: здоровая нервная система, здоровое сердце, здоровые зубы и т.д. Сравнивая названия органов человеческого тела и врачебных кабинетов в хорошей поликлинике, вы найдёте близкое соответствие.

К сожалению, не все поликлиники имеют кабинеты двигательного совершенства. А ведь эта ветвь «древа здоровья» особенно важна: она укрепляет и защищает все остальные и, вместе с тем, служит индикатором их дееспособности. По сути, двигательное совершенство (рис. 3) – основа крепкого здоровья. Ибо первый признак большинства заболеваний – ограниченная возможность двигаться. И первый совет врача заболевшему человеку – ограничение двигательной активности, постельный режим.

Двигательное совершенство человека (основа крепкого здоровья) зависит от физической подготовленности, а также от технического и тактического мастерства (то есть от того, сколь производительны, экономичны, точны и красивы его движения). Важны и ещё два фактора:

– психологические свойства (если они «не на уровне», то в стрессовой или просто нервозной ситуации человек от волнения пуговицу застегнуть не сможет, не говоря уже о более сложных двигательных актах);

– теоретические знания (лучше учиться на чужих ошибках, чем на своих).

Примечание: *в этой связи любопытен следующий вопрос. Известно, что умные учатся на чужих ошибках, а дураки на своих. Получается, что умные учатся у дураков?*

Факторы, от которых зависит двигательное совершенство, в свою очередь, распадаются на «ветви». Например, **физическая подготовленность** определяется **выносливостью, быстротой, силой, гибкостью** и **ловкостью.** Которые тоже «ветвятся»:

– **выносливость** зависит от энергетического потенциала человека и экономичности движений[2];

– **быстрота** («скоростные качества») определяется временем двигательной реакции, максимальной скоростью одиночного движения и максимальным темпом движений;

– **сила** делится на **статическую** и **динамическую** («взрывную»).

На нижней ступени этой иерархической лестницы – **измеряемые показатели,** по которым количественно оценивают свойства нижнего уровня и через них, косвенно, всё качество в целом. Таких показателей – тысячи, как листьев на дереве. Нам же нужны только «золотые листочки», дающие максимум информации.

Как многие могучие деревья, «древо» двигательного совершенства содержит переплетающиеся ветви. Так, **сила мышц** влияет и на проявляемую силу, и на гибкость; от **скоростных качеств** зависит не только проявляемая быстрота, но и ловкость (точность быстрых движений); повышение **технико-тактического мастерства** увеличивает выносливость, которая, в свою очередь, делает технику и тактику более стабильными. Есть и другие переплетения. Они, конечно, затрудняют диагностику двигательных возможностей человека. Но ничего не поделаешь: реальная жизнь всегда богаче и разнообразнее любой схемы.

Согласно современным представлениям, **выносливость** зависит не только от энергетического потенциала, но и от экономичности движений. Для того чтобы это важное положение лучше запомнилось, воспользуемся простыми житейскими аналогиями. Энергетический потенциал сравним с имеющейся в наличии суммой денег, а экономичность – с бережливостью. Здесь важно подчеркнуть: именно с бережливостью, а не со скупостью. Ибо значительные затраты порой необходимы, но их следует осуществлять рационально, стараясь делать покупки возможно более высокого качества по возможно менее высокой цене. Эта прописная истина верна, когда мы «покупаем» свои движения, расплачиваясь за них энергией мышечных сокращений.

Специальными исследованиями установлено, что **экономичные** движения воспринимаются как **красивые**. Они же и наиболее полезны для здоровья. Например, при правильной осанке человек затрачивает меньше энергии, чем при неправильной. То же можно сказать и об экономичных режимах ходьбы, бега и других, более сложных видах двигательной деятельности.

Мы уже говорили, что будем пользоваться примерами из спорта, где основные закономерности двигательной деятельности высвечиваются наиболее отчётливо. Так вот: в олимпийском спорте, где энергетические возможности спортсменов почти равны, экономичность движений даже более важна, чем энергетический потенциал. Например, у членов американской сборной команды по стайерскому бегу измерили энергетическую стоимость метра пути и сопоставили её с соревновательными результатами. Оказалось, что эти показатели тесно взаимосвязаны: лучший результат показали те, кто затратил меньше энергии на метр пути (рис. 4). А по максимальному потреблению кислорода статистически значимых различий между бегунами не было обнаружено.

Наиболее ярко выносливость проявляется в достижениях марафонцев. Немногие могут без отдыха проплыть 3,8 км, проехать на велосипеде 180 км и пробежать 42 км. Такова программа триатлона «Гавайский железный человек».

Достижения марафонцев непрерывно растут. Мировой рекорд в беге на 42 км 195 м сегодня – 2 часа 5 минут 42 секунды. Изменился и возрастной состав марафонцев. 98-летний (!) Димитрион Йорданидис из Греции финишировал через 7 часов 33 минуты. А 77-летний москвич М. М. Котляров пробежал марафон с гантелями в руках за 4 часа 17 минут.

Наряду с обычными, практикуются и сверхдальние марафонские забеги. В одном из них победил австралийский фермер Клиф Янг 535 миль (861 км) от Сиднея до Мельбурна он преодолел за 5 дней 14 часов 36 минут. Рекордсмену 61 год, он не курит, пьёт только воду и кислое молоко.

Можно привести и другие примеры, показывающие, что выносливость необходима не только спортсменам. На одном из ежегодных соревнований официантов победил португалец Жуан Мануэль де Соза. За 22 часа он пробежал 132 км с подносом, на котором стояли две бутылки пива и два стакана.

В последние годы марафон, как и спорт вообще, всё чаще преследует не только индивидуальные, но и высокие социальные цели. Так, живший в Лондоне индийский студент Арвино

Пандия пробежал 1400 км спиной вперёд (!) за 29 дней 5 часов 39 минут. Заработанные при этом деньги он передал в фонд помощи детям-инвалидам.

Разумеется, рекорды выносливости не являются монополией бегунов. Трижды без остановки переплыть Ла-Манш (подобно «королеве марафонского плавания», канадской студентке Синди Николсон) или пройти на лыжах 1500 км по ледяным торосам до Северного полюса (как Дмитрий Шпаро, Анатолий Мельников и их товарищи) – великолепные достижения, которые долго останутся непревзойдёнными.

Но есть рекорды, приблизиться к которым ещё труднее. На зимней Олимпиаде 1980 года Эрик Хайден выиграл все золотые медали конькобежного многоборья. Этот уникальный результат очень трудно повторить, потому что столь многогранная выносливость – редчайший талант. Из факторов, определяющих выносливость, экономичные движения доступны всем (от марафонца до спринтера), а вот предельные возможности энергетических систем в значительной степени заложены от рождения. Одни люди имеют склонность к длительной работе не очень высокой интенсивности благодаря более мощному аэробному (кислородному) обеспечению, а другие – высокую ёмкость анаэробных энергетических систем. И почти невероятно, чтобы дарования прирождённого спринтера и стайера сошлись в одном человеке.

Подобно выносливости, скорость движений зависит от многих факторов: свойств мышц, размеров тела, скорости протекания нервных процессов. В соответствии с этим быстрота (или «скоростные качества») выше у того человека, который, во-первых, быстрее реагирует на свет, звук, прикосновение или другой внешний раздражитель; во-вторых, быстрее выполняет одиночное движение рукой, ногой и т.д.; в-третьих, может достичь более высокого темпа движений (например, числа шагов или ударов в минуту) и, следовательно, более высокой скорости передвижения или производительности труда.

Эти три свойства не коррелируют между собой (т.е. не взаимосвязаны, не влияют друг на друга). Можно быстро бегать и иметь плохую реакцию и, наоборот, быть медлительным в циклических движениях, но мгновенно реагировать на внешний раздражитель. Эти свойства врождённые, поскольку зависят от количества быстрых мышечных волокон, скорости протекания нервных процессов, массы частей тела. Но в некоторой степени они всё же поддаются совершенствованию, особенно латентное (скрытое) время реакции, которое по мере накопления двигательного опыта может уменьшаться. Это происходит потому, что человек учится предугадывать ситуации и реагировать на них с упреждением, порой начиная движение одновременно со стимулом и даже до появления стимула.

Многолетние тренировки могут повлиять и на другие составляющие быстроты. Так, до недавнего времени считалось, что соотношение медленных и быстрых мышечных волокон в каждой мышце генетически предопределено и остаётся неизменным на протяжении всей жизни. Но исследования показали, что систематические нагрузки спринтерского характера могут привести к увеличению процента быстрых мышечных волокон.

С возрастом двигательные возможности снижаются. Но при постоянных упражнениях это не так заметно. Яркий пример – карьера Льва Ивановича Яшина, который в 40-летнем возрасте оставался лучшим вратарём страны и выступал за сборную Мира. Его действия всегда отличались не только быстротой, но и точностью.

Точность двигательных действий в сочетании с быстротой – это ловкость. Примерами поразительной ловкости могут служить выступления цирковых артистов: жонглирование семью булавами, восемью тарелками, десятью мячами, двенадцатью кольцами.

В романе В. Богомолова «Момент истины» есть эпизод, в котором разведчик уклоняется от направленных в него пуль (проявляя высочайшую скорость реакции и скорость одиночного движения) и затем стремительно преследует убегающего диверсанта, демонстрируя предельную скорость бега (все три компонента быстроты). В этом эпизоде и пример поразительной ловкости. Находясь в непрерывном движении, уклоняясь от пуль, разведчик должен был взять диверсанта обязательно живым, желательно без единой царапины. Он рассказывает: «Для острастки, для давления на психику я «пощекотал ему уши: произвёл по одиночному выстрелу из обоих наганов так, что пули прошли впритирку с его головой».

Виртуозные двигательные возможности проявляются не только в особых ситуациях, но и в самых обыденных. Среди рекордов быстроты и ловкости – печатание 216 слов в минуту на пишущей машинке и обмен ударами в настольном теннисе в темпе 170 ударов в минуту.

Существенную прибавку к рекордам скорости даёт спорт. Без высоких скоростных качеств невозможен успех в единоборствах, играх, спринтерских видах соревнований. Среди них спринт интересен тем, что в нём легче проследить роль энергетических систем в обеспечении предельной скорости.

Вспомним историю соперничества наших выдающихся бегунов В. Борзова и А. Корнелюка. Всякий раз, когда они стартовали на 100 метров, первую половину дистанции быстрее пробегал Корнелюк. Но затем Борзов догонял его и финишировал первым (рис. 5). Объясняется это тем, что у Корнелюка более мощная фосфагенная энергетическая система, обеспечивавшая ему преимущество на старте. Борзов разгонялся медленнее. Но зато ёмкость фосфагенной и лактацидной энергетической системы у него была выше. Это давало ему возможность дольше сохранять предельную скорость. Ведь даром ничто не даётся: чем больше энергии вложишь, тем на более высокий результат можешь претендовать.

Даже отсутствие зрения не мешает проявлению высоких скоростных качеств. Так, 26-летний Г. Сэлмон на соревнованиях среди слепых пробежал 100 метров за 11,4 секунды.

Подобно выносливости и скорости, многогранны проявления силы. В разнообразных ситуациях человек демонстрирует:

– **«статическую»** силу (жим штанги и её удержание, удержание противника в борьбе, груза на плечах и т.п.). Высшим проявлением статической силы считается удержание рекордного веса в течение рекордного времени;

– **«взрывную»** силу при рывке штанги, отталкивании в прыжке, толкании ядра, метании гранаты и т.п. Во всех этих случаях движение выполняется с возможно большим усилием и в то же время как можно быстрее. Сложность здесь в том, что сила и скорость – антагонисты. Чем больше проявляемая сила, тем меньше максимально возможная скорость, и наоборот (рис. 6).

Измеряемыми показателями могут быть сами предельные величины силы и скорости либо скоростно-силовой индекс, равный отношению максимального приращения силы ко времени, за которое это приращение произошло (рис. 7). При оценке прыжков полезно вычислять коэффициент реактивности, равный скоростно-силовому индексу, разделённому на вес тела.

Подвиг Титана Атланта, державшего небесный свод на своих плечах, не даёт покоя современным атлетам. Год за годом пополняется книга рекордов Гиннесса. Но и задолго до её появления люди мерялись силой. Так, в Средней Азии мужчины издавна соревнуются, поднимая «богатырские камни» весом от 80 до 200 кг.

Но камень поднимать не очень удобно, ухватиться не за что. Поэтому обычно при силовых тренировках и на соревнованиях пользуются гантелями, гирями, штангами, подтягиваются на перекладине и т.п. Здесь есть свои рекорды, например, 12 подтягиваний подряд на одном пальце.

В XVIII веке придворный силач французского короля Людовика XVI Трио сделал первое подобие современной штанги. Штанга Трио (или, как её называли, «ось Аполлона» – покровителя искусств и спорта) весит 110 кг и до сих пор хранится в музее спорта в Париже. Но это уже история, о которой сегодня вспоминают с улыбкой ввиду удивительных достижений, которые демонстрируют богатыри XX века. Один из них, Петр Крылов из Сергиева Посада, жонглирует тремя двухпудовыми гирями и толкает штангу с двумя огромными полыми шарами, в каждом из которых сидит рослый мужчина. Другой, Петр Янковский, при собственном весе 80 кг поднимает груз весом более полутонны. Наш современник В. Дикуль после тяжелейшей травмы позвоночника и упорных тренировок выступает в цирке с атлетическими номерами. Среди них – удержание стальной платформы, на которую въезжает легковой автомобиль. А вот и ещё одна запись в книге Гиннесса: четырёхлетний мальчик из Гонконга 3300 раз подряд отжался в стойке на руках (касаясь ногами стены для сохранения равновесия). Все эти рекорды свидетельствуют о высокой статической силе их обладателей (F_0 на «кривой Хилла» – см. рис. 6).

Немало рекордсменов и в скоростно-силовых упражнениях. Некоторые из них известны каждому – как, например, Боб Биммон и М. Э. Пауелл, удивительные прыжки которых на 8 м 90 см и 8 м 95 см никому не удаётся повторить уже более пятнадцати лет. Другие не столь знамениты, но заслуживают не меньшего уважения. В их числе канадец Анри Болдт, совершивший в 1981 году на международных соревнованиях инвалидов самый высокий прыжок (2 м 04 см) среди спортсменов с одной ногой.

Соревнования на скорость и силу порой принимают экзотические формы. Так, проводятся первенства мира по метанию бумеранга. Рекорд дальности здесь – 114 метров. А на народных соревнованиях в Шотландии метают на дальность наковальню весом 28 кг и бросают бревно длиной 4,5 метра так, чтобы оно сделало в воздухе полный оборот.

Ловкость как физическое качество многие десятилетия привлекает внимание своей непознанностью. Даже само понятие «ловкость» до сих пор остаётся предметом оживлённых дискуссий.

Было время, когда о ловкости судили по тому, как человек реагировал на неожиданное изменение ситуации. Например, без всякого предупреждения бросали ему мяч и, если он ловил его, ловкость считалась высокой, а если нет – низкой. Недостаток такого понимания ловкости в том, что её невозможно измерить, ибо при повторении пропадает эффект неожиданности. И по мере обучения такая «ловкость» повышается.

Делались попытки оценить ловкость по времени, которое требуется человеку для овладения новым видом движений. Если встать на эту точку зрения, то более обучаемых следует признать и более ловкими. Но при этом опять-таки остаётся неразрешённым вопрос о контроле за ловкостью.

Сегодня большинство специалистов согласны с тем, что **ловкость** – это **точность быстрых движений**. Это весьма перспективный взгляд. Взяв его за основу, нетрудно построить иерархическое «древо ловкости», чтобы понять, от чего она зависит, как её контролировать и какими путями совершенствовать. Из приведённого определения следует, что **«древо ловкости»** имеет две «ветви» – **быстроту и точность,** причём быстрота, в свою очередь, делится на три «ветви» (см. рис. 3), каждую из которых можно измерить, а точность на две: **целевую и «траекторную».** Целевая точность оценивается: 1) фактом попадания или непопадания в цель; 2) вероятностью попадания, то есть отношением удачных попыток к их общему числу; 3) отклонением точки попадания от цели – например, от центра мишени. Мерой «траекторной» точности служат показатели, характеризующие отклонение внешней картины движения от эталона. Чем, например, плохой почерк отличается от хорошего, а любительский танец от профессионального? Чем движения новичка отличаются от действий гимнаста или фигуриста высшей квалификации? Ответ один: с повышением двигательной культуры возрастает траекторная точность двигательных действий.

Факторы ловкости не независимы. Между ними существуют интересные и сложные взаимоотношения. Чем больше скорость, тем ниже предельно достижимая точность, и наоборот. Эта зависимость, известная как закон Фитца, графически выражается гиперболой. То есть таким же графиком, как и «кривая Хилла» (см. рис. 6). Только по осям откладываются не скорость и сила, а скорость и точность. Закон Фитца, таким образом, ещё раз подтверждает справедливость универсального правила, согласно которому за всё надо платить. Приобретая что-то одно, неизбежно теряешь другое.

В том, что связано с ловкостью и точностью двигательных действий, немало неразгаданного. Чем, например, объяснить тот факт, что слегка утомлённый человек демонстрирует более высокую точность движений, чем совсем не утомлённый. Подробно изучая этот феномен, установили, что по мере утомления точность вначале растёт и лишь затем, при значительном утомлении, начинает падать. Природа этого явления не ясна, но практические следствия очевидны. Не ими ли, в частности, объясняется положительное влияние разминки на результативность двигательной деятельности?

На примерах поразительной ловкости, которую может продемонстрировать человек, нет нужды подробно останавливаться. Ими полна книга рекордов Гиннесса, практика работы каскадёров, артистов цирка и спортсменов.

А вот глубже понять природу ловкости и других качеств, определяющих двигательное совершенство, хотелось бы. Но при этом не обойтись без основ математической статистики, которым посвящена следующая глава. Знакомясь с ними, обратите внимание на то, что статистическая грамотность помогает перевести на количественную основу многочисленные «деревья качества», окружающие нас в быту и профессиональной деятельности.

Литература:

1. Сатпрем. Шри Ауробиндо, или путешествие сознания. – Л.: Изд. ЛГУ, 1989.

2. Уткин В. Л. Энергетическое обеспечение и оптимальные режимы циклической мышечной работы. – М.: МГУ, 1986.

Глава 2. «АРИФМЕТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА», или как шелестят листья на «древе качества»

Существует два подхода к изучению чего бы то ни было: **индуктивный** (от частного к общему) и **дедуктивный** (от общего к частному). В большинстве учебников по математической статистике принят индуктивный подход, при котором читатель продвигается вперёд шаг за шагом и лишь в конце пути имеет шанс обозреть всю картину и систематизировать полученные знания.

Однако опыт показывает, что многим это так и не удаётся сделать, особенно тем, для кого статистика – не цель, а средство обогатить свой арсенал специалиста-прикладника. Уж слишком долог путь и много нового на этом пути, причём заранее не ясно, что в дальнейшем пригодится, а что имеет второстепенное значение. Может быть, прав Г. Лозанов[1] и другие энтузиасты суггестологии, утверждающие, что вся новая информация должна предъявляться учащемуся с самого начала, буквально в первый день занятий?

Арифметическая статистика для всех построена дедуктивно, что даёт возможность читателю – новичку сразу же оценить «размер бедствия», а более искушённому – пользоваться этим текстом выборочно, нацелено. Но для того, чтобы реализовать такую возможность, нужно представить арифметическую статистику в виде **иерархического древа.**

«Древо качества» не обязательно рисовать в форме дерева, оно может иметь любой удобный вид. Важно лишь всё расположить по порядку и ни о чём не забыть. На рис. 8 – названия основных разделов статистики («ветвей») и количественных показателей («листьев»).

Стремясь упростить рассказ, мы заранее оборвали все второстепенные «ветви» и «листья», а также те, освоение которых потребовало бы специальной математической подготовки. И тем не менее, «древо арифметической статистики» оказалось внушительным. Но это не должно удивлять: жизнь многообразна и многообразны задачи, которые она перед нами ставит. И для решения каждой из них нужен свой инструмент. Можно, конечно, одним и тем же ножом резать хлеб, есть кашу, забивать гвозди и завинчивать шурупы. Но, как правило, этого не делают, ибо существуют ложка, молоток, отвёртка, и надо уметь ими пользоваться. То же и в статистике. Умением выбрать нужный статистический метод определяется уровень профессионализма. Скажем, не все знают, что скорости передвижения и приросты показателей здоровья и тренированности нельзя усреднять обычным образом. Это приведёт к ошибкам, последствия которых могут быть различными – от снисходительной улыбки до серьёзных просчётов в важном деле.

Итак, начнём путешествие в мир арифметической статистики. Оно не будет одинаково сложным для всех. Новичку придётся труднее, чем бывалому путешественнику, не раз посещавшему эти края. Следуя добрым традициям, при подготовке к походу будем ориентироваться на начинающих.

Как и во всяком путешествии, нам не обойтись без багажа. Обратимся к великому римскому богу границ и порядка Термину и возьмём с собой несколько важных определений (терминов). Прежде всего – основные понятия: случайное событие, случайная величина и случайная функция (именно с них начинается арифметическая статистика).

Случайной величиной называется показатель (переменная, варианта), который в результате опыта может принимать то или иное значение, причём неизвестно заранее, какое именно. Практически все показатели, характеризующие живую и неживую природу, являются случайными величинами. Примеры: физическая работоспособность, сила кисти, гибкость, атмосферное и кровяное давление, результат в соревнованиях, вес тела и т.д.

Важной разновидностью случайной величины является **случайное событие**, т.е. всякий факт, который может произойти или не произойти. Например: заболевание, выздоровление, выполнение запланированного объёма оздоровительных упражнений, победа в соревнованиях.

В реальной жизни случайные величины почти никогда не остаются постоянными. Все они изменяются во времени. Зависимость случайной величины от времени называется случайным процессом. Для наглядности случайные процессы удобно изображать в виде графиков. Например, график изменения веса тела наглядно покажет, как обстоят дела с приведением в порядок Вашей внешности. Другой полезный график (рис. 9) служит для контроля за временем сна и предохранит занятого и увлечённого своей работой человека от переутомления и обострения хронических заболеваний.

Рассказывая о случайных величинах, невольно вспоминаешь, что наша речь изобилует словами «случай», «случайность». Говорят: «я случайно встретил интересного человека», «какой превосходный случай!» и т.д. Нередко случайное противопоставляется закономерному, как будто случай – это нечто нарушающее естественный ход событий. В действительности же в мире случайного действуют свои законы, и наша задача состоит в том, чтобы понять их.

Цель математической статистики – научиться находить закономерности случайных явлений, предсказывать их и использовать на практике.

Иметь ясное представление о случайных величинах, случайных процессах и случайных событиях важно ещё и потому, что в основе математической статистики лежит **теория вероятностей** – наука о случайном. Предметом её является изучение закономерностей массовых однородных случайных явлений. С такими явлениями сталкиваются игроки в рулетку и другие азартные игры. С ними связана и одна из первых попыток отыскать общий подход к решению вероятностных задач, которую сделал Г. Галилей в своей работе «О выходе очков в азартных играх» (1657). В ней автор писал: «... я полагаю, что при внимательном изучении предмета читатель заметит, что имеет дело не только с игрой, но что закладываются основы очень интересной и глубокой теории».

Теория вероятностей пользуется **дедуктивным методом,** то есть в своих рассуждениях идёт от общего к частному. Например, по цифрам заболеваемости в какой-то местности можно вычислить вероятность заболеть, если поедешь туда для отдыха или работы. Точно так же по результатам спортсмена, известным на протяжении достаточно длительного времени, можно вычислить вероятность того, что на очередных соревнованиях он покажет результат не ниже какого-то определённого.

В отличие от теории вероятностей, **математическая статистика использует индуктивный метод,** логика которого направлена от частного к общему. Благодаря этому статистика может служить инструментом обобщения экспериментальных данных.

Говоря научным языком, **математическая статистика объединяет методы нахождения свойств генеральной совокупности на основании наблюдений над выборочной совокупностью.** При этом **генеральная совокупность** – это весь без исключения массив изучаемых явлений, а **«выборка»** – только те из них, за которыми наблюдают.

Например, для оценки влияния физических упражнений на здоровье нет нужды обследовать всех, кто занимается оздоровительной физкультурой (всю генеральную совокупность). Вполне достаточно случайным образом отобрать по 50 – 100 человек разного пола и возраста и с ними провести необходимые исследования.

2.1. Выборочный метод

Когда-то статистикой называли сбор сведений о численности населения и занятиях людей[2]. Еще в XIX веке статистические исследования были чрезвычайно трудоёмкими, потому что было принято включать в них абсолютно все изучаемые объекты. Сегодня такой метод «поголовного» статистического исследования применяют только в особых ситуациях – например, при переписи населения. Обычно пользуются выборочным методом.

Выборочный метод придуман математиками, которые в силу особенностей своей профессии тяготеют к рационализации любой деятельности.

Сравните: «(2 + 2) · 3 = 12» и «сумма два плюс два, умноженная на три, равна двенадцати». Согласитесь,что первая форма записи, выполненная на арифметическом языке, короче, точнее и изящнее!

В изобретении выборочного метода рационализаторская жилка математиков проявилась особенно ярко и дала замечательные результаты. Ведь нет никакой возможности опросить и обследовать всех людей на земле, обмерить все колосья на поле, проверить воздействие какого-то лекарства или способа тренировки на здоровье каждого человека. Но нужда в этом есть. И метод, с помощью которого можно получать информацию, затрачивая во много раз меньше сил и средств, – несомненно, выдающееся изобретение. Автором его считается английский статистик В. Госсет (1876 – 1937), известный также под псевдонимом «Стъюдент» («вечный студент», как он сам себя называл).

Выборочный метод – основа математико-статистических исследований. Он заключается в том, что о свойствах тысяч или даже миллионов изучаемых объектов (людей, предметов и т.д.) судят по свойствам наугад выбранных из них десятков или сотен. Например, оздоровительный эффект физических упражнений обычно изучают в какой-нибудь группе здоровья, где занимаются 20 – 30 человек. И выработанные рекомендации адресуют сотням тысяч людей того же пола и возраста. Эти 20 – 30 человек (или других объектов исследования) принято называть выборочной совокупностью, или **«выборкой».** А те сотни тысяч – генеральной совокупностью.

В трудах В. Госсета, а также его учителя К. Пирсона из Лондонского университета и Р. Фишера из Кембриджа сформулированы правила, выполнение которых гарантирует достоверность сведений, получаемых выборочным методом. Основных правил три: выборка должна быть **репрезентативной, однородной и случайной.** Если все три правила выполнены, можно применять выборочный метод и по свойствам выборки прогнозировать свойства генеральной совокупности.

Репрезентативная выборка это выборка, элементы которой достаточно полно представляют генеральную совокупность. Проще говоря, выборка должна быть достаточно большой. Это – <u>первое правило</u>.

Заметим, что численность генеральной совокупности не подчиняется единым нормам. Она может достигать миллионов (например, миллионы молодых людей, миллионы людей среднего возраста или миллионы пожилых людей, занимающихся оздоровительной физкультурой), но может ограничиваться единицами (как это бывает при статистических исследованиях спортсменов экстра-класса).

Численность выборки, напротив, нельзя уменьшать произвольно. Она должна быть репрезентативной (представительной), а для этого – достаточно большой.

Кроме того, **репрезентативная выборка должна быть взята именно из той генеральной совокупности, свойства которой изучаются.** Образно говоря, судить о свойствах мёда можно, если зачерпнуть его «на пробу» именно из этой бочки. Если это правило нарушается, возникают типичные ошибки. Например, опробованную мужчинами систему оздоровительной тренировки иногда рекомендуют женщинам без коррекции, учитывающей особенности женского организма. Или рекомендации, справедливые для северян, без дополнительной проверки адресуют людям, живущим в жарких странах.

<u>Второе правило</u> формирования выборочной совокупности **– однородность.**

Предположим, нас интересует состояние здоровья учащихся какой-то школы. Было бы ошибкой обследовать нескольких первоклассников, нескольких учеников второго класса и т.д., затем усреднить собранные цифры и по полученным данным судить о здоровье «среднего» школьника. Такая выборка была бы неоднородной. Действовать так – всё равно, что дегустировать несколько сортов вина, смешав их, и по вкусу и аромату получившегося коктейля судить о качестве каждого сорта.

В однородной выборке основные свойства её элементов одинаковы. Поэтому нельзя объединять в одной выборочной совокупности мужчин и женщин, здоровых и больных, людей разного возраста и т.д. Правильно составленная статистическая выборка – это букет из цветов одного вида.

Для того чтобы выборка была однородной, все её элементы должны быть взяты из одной и той же генеральной совокупности. Нарушение однородности может привести к грубым, а порой и курьёзным ошибкам.

Например, не так давно рассматривалась диссертация, автор которой доказывал, что лучше усваивают математику те школьники, кто более успешно занимается спортом. Это показалось удивительным. Ведь совмещать напряжённую умственную и физическую работу нелегко даже взрослому, не говоря уже о ребёнке. После «расспроса с пристрастием» выяснилось, что испытуемыми были дети всех возрастов – от первоклашек до выпускников. То есть элементы выборки были взяты из десяти разных генеральных совокупностей. Естественно, свойства такой неоднородной выборки не отражали закономерностей, характерных для детей одного возраста. Именно возраст положительно влиял и на интеллектуальные возможности детей, и на их умение быстро бегать. А в пределах одной возрастной группы (одного класса) большинство отличников бегали, прыгали, подтягивались и отжимались хуже более крепких в физическом отношении троечников (рис. 10).

Аналогичные ошибки возможны, если в одной выборке собрать больных и здоровых людей или спортсменов разного вида спорта и квалификации.

Третье правило: выборочная совокупность должна формироваться случайным образом. **Случайная выборка** – это та, которая сформирована по жребию или по таблице случайных чисел.

Специалисты по статистике предостерегают от использования иных методов случайного отбора. При этом подчёркивается, что «человек – крайне несовершенное орудие для выполнения случайного отбора», ибо «в психике почти каждого человека заложена тенденция отклоняться в своем выборе от чистой случайности»[3]. Для иллюстрации сказанного приводится пример со справочником (например, медицинским), который в нужном разделе открывается наугад (например, для того, чтобы выбрать врача-специалиста). «Если справочник уже был в употреблении, то может оказаться, что на одних страницах он открывался чаще, чем на других». Поэтому нам на глаза будут попадаться наиболее известные адреса и телефоны. «Кроме того, нашему глазу может быть свойственна наклонность останавливаться на каких-либо особенных фамилиях. В итоге одни будут иметь больше шансов попасть в выборку, чем другие, и выборка уже не будет случайной». С этим нельзя не согласиться. Как и с тем, что исключить субъективизм и тенденциозность иной раз трудно при всём желании.

2.1.2. Числовые и вариационные ряды

Фиксируя один за другим результаты измерений, мы получаем числовой ряд. Числа в нём – случайные величины. Они характеризуют интересующий нас показатель, зарегистрированный по одному разу у разных людей (например, вес тела у 30 учеников пятого класса) или много раз у одного и того же человека (например, вес тела пятиклассника Алёши Зуева, измерявшийся раз в неделю на протяжении года).

Получив числовой ряд, мы становимся обладателями информации об интересующем нас объекте. Но информация эта не наглядна. И нужно иметь немалый опыт, чтобы, просматривая ряды цифр, прийти к какому-то заключению.

Для того чтобы числовые ряды было легче анализировать, их группируют. Простейшая форма сгруппированного числового ряда – **вариационный ряд.** Вариационным рядом называются два связанных ряда цифр, в одном из которых – величины результатов контроля, а в другом – число случаев, когда эти величины были зарегистрированы. В качестве примера приведём данные о массе тела пятиклассников одной из московских школ. Результаты взвешивания округлены до килограмма и собраны в следующей таблице:

Величина показателя (X, кг)	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Число случаев (f)	1	2	4	5	4	4	3	2	3	2

Примечание: *для наглядности графического изображения экспериментальных данных (особенно при компьютерной обработке) каждую из цифр в верхнем ряду удобно считать серединой классового интервала; при этом их границами будут: 26,5; 27,5 и т.д. до 36,5.*

Создавая этот вариационный ряд, мы выбрали **классовый интервал** равным одному килограмму и тем самым разделили все значения случайной величины на 10 классовых интервалов. В данном случае это удобно, поскольку ширина классового интервала совпадает с единицей измерения (килограммом). Но, вообще говоря, существует канон, по которому число классов (и ширина классового интервала) зависит от объёма выборки (табл. 1). Чем больше наблюдений выполнено, тем больше объём выборки и тем больше классов в вариационном ряде. Разумеется, с увеличением числа классов ширина классового интервала уменьшается.

Таблица 1.

Рекомендуемое число классов вариационного ряда при разных объёмах выборки (по Г. Лакину, 1990)

Объем выборки (n)	25-40	40-60	60-100	100-200	>200
Число классов (f)	5-6	6-8	7-10	8-12	10-15

Вариационный ряд – это, конечно, шаг вперёд по сравнению с числовым рядом, но ещё не верх наглядности. У нас остались ещё неиспользованные резервы. Можно построить любую из двух разновидностей графика вариационного ряда – гистограмму (диаграмму из «столбиков») или полигон (от греч. polygonos – многоугольник). Различия между этими двумя графиками не принципиальны и понятны из рис. 11.

Имея вариационный ряд в форме гистограммы или полигона, получаем наглядное представление о том, какова масса тела у учеников пятого класса. Видно, что среди пятиклассников чаще всего встречается (является «модным») вес тела, равный 30 килограммам. Видно также, что вправо от этой величины график идёт значительно более полого, чем влево. Это может свидетельствовать о склонности обследованных детей к полноте. Однако для такого серьёзного вывода недостаточно тех знаний по статистике, которыми мы в данном случае располагаем. Проверить это предположение можно было бы, сравнив обсуждаемые графики с графиком нормального распределения, о котором пойдёт речь в следующем разделе. Если статистически значимых различий между ними не будет найдено, то наше предположение неправомерно. А вот если они обнаружатся, то будет о чём подумать и педагогам, и родителям. Вариационный ряд (в табличной или графической форме) даёт полную информацию о выборке. Но, согласитесь, это громоздкие формы. Во многих случаях те же сведения удобнее получать в более лаконичном, «телеграфном» виде. Такой способ есть, и состоит он в том, что о свойствах выборочной совокупности судят по двум показателям: среднему арифметическому значению ($\overline{X}$) и стандартному (или среднеквадратическому) отклонению (s).

Среднее арифметическое значение характеризует «центральную тенденцию» вариационного ряда. А стандартное отклонение говорит о вариативности случайной величины, то есть о её рассеянии вокруг среднего значения.

Для вычисления среднего арифметического значения все числа вариационного ряда складывают и полученную сумму делят на их количество: $\overline{X} = \sum_{i=1}^{n} x_i / n = \frac{x_1 + x_2 + ... + x_n}{n}$.

Например, для определения среднего арифметического значения веса тела тридцати пятиклассников нужно сложить 30 цифр и сумму разделить на n = 30. Эта операция не сложная, но скучная, громоздкая. Её можно упростить, если воспользоваться формулой усреднения сгруппированных данных: $\overline{X} = \sum_{k=1}^{m} f_k x_k / m$, где m – число классов.

Приведём формулу для вычисления стандартного отклонения:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{X})^2 / n}$$, при n > 30

<u>Внимание</u>! При «малой выборке», т.е. когда число наблюдений меньше 30, сумму квадратов отклонений правильнее делить не на n, а на (n – 1).

При сгруппированных данных формула выглядит так:

$$s = \sqrt{\sum_{k=1}^{m} f_k (x_k - \overline{X})^2 / m}.$$

Усреднять можно по-разному, и показателей вариативности тоже существует несколько; нам ещё предстоит познакомиться с ними. Здесь рассматриваются только два показателя. Но они используются в статистике чаще других.

Для того чтобы эти формулы не казались «страшными», воспользуемся ими для расчёта среднего арифметического значения и стандартного отклонения веса тела у пятиклассников. Цифры возьмём из таблицы на стр. 38, где они сгруппированы в классовые интервалы. Применим формулу для сгруппированных данных:

$\overline{X} = (27 + 28 \cdot 2 + 29 \cdot 4 + 30 \cdot 5 + 31 \cdot 4 + 32 \cdot 4 + 33 \cdot 3 + 34 \cdot 2 + 35 \cdot 3 + 36 \cdot 2) : 30 = 945 : 30 = 31{,}5$

Зная величину $\overline{X}$, переходим к расчёту стандартного отклонения. Чтобы не запутаться, исходные данные и промежуточные результаты соберём в таблицу.

Таблица 2.

Удобная форма систематизации исходных, промежуточных и результирующих данных при вычислении среднего арифметического значения и стандартного отклонения

k	x_k	f_k	$f_k x_k$	$x_k - X$	$(x_k - X)^2$	$f_k (x_k - X)^2$
1	27	1	27	-4.5	20.25	20.25
2	28	2	56	-3.5	12.25	24.5
3	29	4	116	-2.5	6.25	25.0
4	30	5	150	-1.5	2.25	11.25
5	31	4	124	0.5	0.25	1.0
6	32	4	128	0.5	0.25	1.0
7	33	3	99	1.5	2.25	6.75
8	34	2	68	2.5	6.25	12.5
9	35	3	105	3.5	12.25	36.75
m = 10	36	2	72	4.5	20.25	40.5
сумма			945	0.0		179.5

Примечание: наблюдательный читатель, конечно, обратит внимание на то, что этой таблицы достаточно для расчёта и среднего арифметического значения, и стандартного отклонения.

Для вычисления стандартного отклонения сумму в последнем столбце таблицы делим на 30 и из результата деления извлекаем квадратный корень: $s = \sqrt{179{,}5 / 30} \approx 2{,}5$ (кг)

Заметим, что существует более простой, но несколько менее точный способ расчёта стандартного отклонения. О нём рассказывается в разделе 2.2.

2.1.3. Законы распределения случайных величин

В начале главы речь шла о случайных событиях и случайных величинах. Теперь нам понадобится **понятие о вероятности случайного события,** которая равна отношению числа случаев его появления к общему числу испытаний. Если спортсмен участвовал в десяти соревнованиях и победил в трёх из них, то практическая вероятность его победы равна 3 : 10 = 0,3.

Заметьте, что вероятность случайного события определяется на основании прошлого опыта, но может использоваться не только для описания уже произошедших событий, но и для предсказания будущего.

Случайные события разнообразны. Одна из разновидностей – событие, состоящее в том, что случайная величина принимает определённое значение. Например, вес тела у школьника окажется равным 34 кг. В нашем примере (см. выше) практическая вероятность этого события равна 3 : 30 = 0,1, поскольку трое из тридцати ребят имели такой вес.

Точно так же рассчитываются вероятности всех других значений случайной величины. Вычислив их, можно построить таблицу или график закона распределения.

По мере увеличения числа испытаний практическая вероятность приближается к теоретической, для вычисления которой необходимо, чтобы количество испытаний стремилось к бесконечности или, во всяком случае, было очень велико.

Закон распределения случайной величины – это функция (в виде формулы, графика или таблицы), связывающая значения случайной величины с их вероятностями.

Различные случайные величины отображают разные явления жизни и потому могут быть распределены по-разному. Среди наиболее важных законов распределения один заслуживает особого внимания, так как ему подчиняется подавляющее большинство явлений живой и неживой природы. Это – закон нормального распределения, или закон Гаусса (рис. 12).

Около ста лет назад Ф. Гальтон (двоюродный брат Чарльза Дарвина и один из основоположников математической статистики) провёл простой и весьма эффектный опыт. По его чертежам был изготовлен прибор, моделирующий распределение значений случайной величины по классам вариационного ряда. В этом приборе (рис. 13) мелкая металлическая дробь ссыпалась в отсеки (классы) через сеть равномерно расположенных препятствий – небольших гвоздей. Когда шариков накапливалось достаточно много, форма их распределения ничем не отличалась от графика нормального распределения.

Прибор Гальтона моделирует многие явления и процессы, имеющие прямое отношение к нашему здоровью. Закону нормального распределения подчиняются показатели, характеризующие состояние здоровья, физическое развитие, двигательные качества и т.д. – всех не перечесть! Что же общего между всеми этими в высшей степени важными показателями и, казалось бы, никому не нужными шариками Гальтона? Прежде чем ответить на вопрос, попытаемся сообразить, почему шарики в приборе Гальтона распределяются по этому закону. Основные причины: 1) шариков много (выборка представительна); 2) они практически одинаковы (выборка однородна) и 3) на результат опыта влияет много факторов (в данном случае траектория каждого шарика зависит от многих препятствий, изменяющих направление движения).

Вот и найден ответ на вопрос. Оказывается, закону нормального распределения подчиняется большинство явлений, удовлетворяющих этим трём условиям, т.е. почти все массовые однородные явления. Есть все основания ожидать нормального распределения, если достаточно много случайных величин взято из одной и той же генеральной совокупности и если на их величину оказывает влияние не менее трёх факторов. Очевидно, что этим условиям удовлетворяют практически все показатели, регистрируемые в ординарных случаях клинической практики, при массовых обследованиях в диспансерах и физкультурно-оздоровительных центрах, при контроле над спортсменами невысокой квалификации.

График нормального распределения напоминает колокольчик. И Природа, как искусный мастер, создала бесчисленное множество таких «колокольчиков». Причём неискушённому взгляду они кажутся разными (рис. 14). Внешне они и впрямь разные: вытянуты вверх или раздвинуты вширь, смещены влево или вправо. Но есть у них и общее, что при всех внешних различиях остаётся неизменным: все эти графики описываются одной и той же математической формулой. Внешние различия между разными вариантами кривой нормального распределения объясняются тем, что числовые значения коэффициентов этой формулы (или «параметров») в каждом частном случае свои.

Здесь нам не обойтись без формулы закона нормального распределения. На ней стоит почти вся математическая статистика (а её простейшая часть – «арифметическая статистика» – тем более). Формула закона нормального распределения вероятностей выглядит так:

$$p(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma}} .$$

На положение и форму графика нормального распределения влияют **два параметра: математическое ожидание (М) и стандартное отклонение (σ).** От математического ожидания зависит только положение графика на горизонтальной оси (например, математическое ожидание роста у восьмиклассников больше, чем у пятиклассников, и потому график распределения роста у восьмиклассников расположится на оси (х) правее).

Стандартное отклонение (σ), напротив, не влияет на положение графика на горизонтальной оси. Его увеличение или уменьшение изменяет ширину и высоту «колокольчика». Чем меньше у, тем график выше и уже за счёт меньшего рассеяния случайных величин вокруг среднего значения.

Наряду с параметрами, в формулу входят две общеизвестные математические константы: π = 3,14 и е = 2,72.

Чтобы освоить формулу нормального распределения, решим несложную арифметическую задачу. Предстоит вычислить вероятности различных значений веса тела пятиклассников, если известны параметры распределения: математическое ожидание (характеристика среднего значения) М = 31,5 кг и стандартное отклонение (характеристика рассеяния) $\boldsymbol{\sigma}$ = 2,5 кг. Для решения этой задачи придётся рассчитать вероятность р (х) разных значений веса тела (х) и представить результаты расчётов в виде таблицы:

x_i, кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
р (x_i)	0,03	0,06	0,10	0,13	0,16	0,16	0,..	0,..	0,..	0,..

<u>Пример расчёта</u>:

Пусть х = 30. Подставив это значение х, а также величины параметров распределения и математических констант в формулу нормального распределения, получим:

$$p(30) = \frac{1}{2{,}5\sqrt{2 \cdot 3{,}14}}\, e^{-\frac{(30-31{,}5)^2}{2 \cdot 2{,}5}} = 0{,}1336 \approx 0{,}13$$

<u>Примечания</u>:

1) все вычисления проведены с помощью обычного карманного калькулятора, выполняющего четыре арифметических действия и извлечение корня;

2) несколько позиций в таблице остались незаполненными; читателю предоставляется возможность сделать это самостоятельно;

*3) при малой выборке статистической оценкой математического ожидания (М) является среднее арифметическое значение ($\bar{X}$), а статистической оценкой стандартного отклонения (**σ**) служит выборочное значение стандартного отклонения (s).*

Основные свойства нормального распределения легко запомнить. Во-первых, оно полностью определяется двумя параметрами – математическим ожиданием и стандартным отклонением. Во-вторых, для него справедливо **правило трёх сигм,** состоящее в следующем. Если один и тот же показатель, распределённый по нормальному закону, измерить много раз (например, у многих людей), то в интервал $\overline{X} \pm s$ попадет 68,27 % (около 2/3) величин этого показателя, в интервал $\overline{X} \pm 2s$ – 95,45 % (около 95 %), а в интервал $\overline{X} \pm 3s$ – 99,73 % (около 99 %). Здесь перед скобками указаны точные, а в скобках – не точные, но легко запоминающиеся цифры.

Правило трёх сигм весьма полезно. В нашем примере оно позволяет утверждать, что из 1000 наугад взятых учеников 5-го класса около двух третей (683 человека) имеют вес тела в пределах от 29 (31,5 – 2,5 = 29) до 34 кг (31,5 + 2,5 = 34). У 954 детей вес тела лежит в пределах от 26,5 (31,5 – 5 = 26,5) до 36,5 кг, а 997 ребят весят не меньше 24 (31,5 – 7,5 = 24) и не больше 39 кг и лишь у троих вес тела выходит за эти границы.

Разумеется, всё сказанное верно лишь при условии, что измеряемый показатель нормально распределён. Для массы тела это так и есть. Немного найдётся пособий по математической статистике, где бы вес и длина тела не использовались как классические примеры нормально распределённых случайных величин (рис. 15).

Правило трёх сигм в нашем примере подтверждается лишь отчасти. Давайте посчитаем:

– в интервал $\overline{X} \pm s$ (т.е. от 29 до 34 кг) попал вес тела 22 школьников из 30, т.е. 73 % (вместо 68 %);

– в интервале $\overline{X} \pm 2s$ (т.е. от 26,5 до 36,5 кг) оказался вес тела всех 30 детей, т.е. 100 % (вместо 95 %).

<u>Чем объяснить эти несовпадения</u>?

Читателю, не пропустившему раздел 2.1.1, ответ на этот вопрос ясен: всё дело в том, что объём выборки невелик. **По мере увеличения количества исследованных людей график вариационного ряда приближается к графику нор-**

мального распределения, а наполнение сигмальных интервалов – к тем цифрам, которые диктуются правилом трёх сигм.

Вместе с тем, рассматриваемый пример ещё раз иллюстрирует мощь статистики как аппарата предвидения. Обследовав всего 30 человек, можно узнать о свойствах сотен и тысяч других людей, не участвовавших в обследовании. А ведь уже древние римляне понимали, что scientia est potentia (знание – сила).

Ещё одним полезным следствием из правила трёх сигм является возможность узнать границы, за которыми группируются крайне маловероятные события. Очень часто именно они представляют наибольший интерес, открывают новые горизонты для прогресса. Оригинальность, конечно же, настораживает обывателя, но ведь талантливый человек, первооткрыватель при всём желании не может быть похожим на других. Неординарные люди во все времена составляли «соль земли»: святые и полководцы, поэты и изобретатели, выдающиеся путешественники и организаторы производства, артисты и спортсмены – всех не перечесть!

В нашем примере за пределами «99-процентного интервала» трое (на тысячу) с неординарным весом тела. И кто знает, может быть среди них новый Юрий Власов или Тамара Пресс?

Факт нормального распределения показателей, характеризующих человека, закономерен. Он отображает известную истину, состоящую в том, что большинство людей обладает средними способностями. Талантливых и бездарных крайне мало, причём тем меньше, чем дальше их способности от среднего уровня.

Поэтому нет проблем при контроле над обычными людьми или многочисленными группами, куда входят люди разных способностей и разного уровня подготовленности. Во всех этих случаях можно пользоваться хорошо разработанными статистическими методами, основанными на вычислении параметров нормального распределения (их называют параметрическими методами).

Гораздо труднее правильно выбрать методы статистической обработки данных о людях выдающихся (например, о спортсменах высшей квалификации). Такие люди нуждаются в неординарном к себе отношении и, в том числе, в неординарных статистических методах для анализа их деятельности. Хочется надеяться, что когда-нибудь эти главы математической статистики будут написаны.

Представьте себе, что на горизонтальной оси графика нормального распределения (рис. 16) – результаты, которые могут показать разные люди в каком-то виде спорта. Результаты мастеров спорта международного класса будут сосредоточены на правом «хвосте» такого графика, за пределами 99-процентной зоны. Ведь олимпийские рекорды – вещь крайне маловероятная, почти невероятная! Если посмотреть на эту часть нормальной кривой через увеличительное стекло, то можно увидеть, что она вовсе не похожа на «колокольчик» закона нормального распределения! Скорее – на склон крутой горы.

Если собрать спортивные результаты членов национальной сборной команды и для них построить график распределения вероятностей, то чаще всего такой график выстраивается в виде экспоненты, которая падает с большей или меньшей крутизной (рис. 17).

В арсенале современной статистики есть подходящий закон распределения, который так и называется – экспоненциальный. Он имеет разновидности: распределение Пуассона при малом объёме выборки, распределение Парето и др. Их свойства отличаются от свойств нормального закона. И потому к экспериментальным данным, распределённым экспоненциально, неприменимы статистические методы, основанные на параметрах нормального распределения. Здесь нужны другие, непараметрические методы, помогающие обойти этот «подводный камень» и избежать ошибок.

В связи со сказанным – ещё три замечания.

Во-первых, всё это верно только для тех показателей, в которых проявляется элитарность исследуемых людей. Например, у прыгунов-олимпийцев максимальное потребление кислорода (основной показатель выносливости) находится на общечеловеческом уровне и потому вполне может быть распределено по нормальному закону. Зато величины показателей, характеризующих прыгучесть («взрывные свойства»), у них распределены экспоненциально. Таким образом, в одной и той же группе людей одни показатели, определяющие их состояние и деятельность, распределены экспоненциально, а другие подчиняются нормальному закону распределения.

Во-вторых, отступления от закона нормального распределения и связанные с этим ограничения параметрических методов касаются не только высококвалифицированных спортсменов, но и всех неординарных, «выходящих из ряда вон» людей и ситуаций.

В-третьих, при использовании стандартных пакетов статистических программ нужно учитывать, что в каждом из них заложена возможность сравнивать полученные экспериментальные данные не только с нормальным распределением, но и с другими законами распределения.

Рассказывая о нормальном распределении, нельзя обойти вниманием вопрос о том, как проверить соответствие экспериментальных данных этому или любому другому закону распределения. Это несложная процедура, и её полезно освоить потому, что многие статистические методы можно применять только при условии, что анализируемые случайные величины распределены нормально.

Всё начинается с вычисления среднего арифметического и стандартного отклонения по экспериментальным данным. Затем рассчитываются значения закона нормального распределения с такими же параметрами. При совпадении законов распределения на графиках, полученных экспериментальным и расчётным путём, характеристики среднего значения и рассеяния случайной величины одни и те же.

Это равенство – необходимое условие успеха. Отсюда, можно двигаться дальше и выбирать способ («критерий согласия»), которым будем проверять нормальность распределения экспериментальных данных. Известно несколько критериев согласия. Они различаются по сложности, минимальному объёму выборки, мощности (чувствительности к разнице между проверяемым законом и законом нормального распределения). Разумный компромисс между этими требованиями достигается критерием, который предложен выдающимся математиком А.Н.Колмогоровым и известен как критерий Колмогорова-Смирнова. Он удовлетворительно «работает», начиная с объёма выборки в 30 – 40 наблюдений. Этот критерий выбран составителями популярного пакета математико – статистических компьютерных программ «Statgraphics».

Поговорим о кумуляте распределения, т.е. графике накопленных вероятностей. Суммирование, интегрирование, аккумулирование – эти близкие по значению слова относятся к многочисленным ситуациям, когда эффект какого-то явления накапливается. Например, накапливается нездоровье при неправильном образе жизни, тренировочный эффект – при регулярных упражнениях, деньги – при успешных финансовых операциях и т.д. Накапливаются и вероятности. Кумуляту распределения легко получить из закона распределения вероятностей без каких-либо специальных знаний многократным повторением следующей процедуры (рис. 18). Взяв какое-то значение случайной величины, подсчитывают вероятность того, что данная случайная величина будет меньше этого значения или равна ему, или, иначе говоря, – в каком проценте случаев она не превысит выбранного значения. При графическом построении кумуляты на вертикальной оси откладывается либо вероятность (от 0 до 1) либо проценты (от 0 до 100).

Осуществить эти расчёты можно интегрированием или обычным суммированием. Важно заметить, что сумма вероятностей вариационного ряда (сумма ординат на графике закона распределения) всегда равна единице. И действительно: если, например, наибольший вес тела среди пятиклассников равен

36 кг, то любой взятый наугад ребёнок имеет такой вес или меньше, т.е. вероятность встретить в этом классе ребёнка с весом тела 36 кг или ниже стопроцентная (равна единице).

К кумулятам мы вернёмся, когда будем знакомиться со шкалами оценивания. На них основаны многие способы выставления оценок (баллов, очков) при контроле за состоянием здоровья и двигательными качествами.

Очевидно, что всякая кумулята распределения вероятностей – неубывающая функция, а кумулята закона нормального распределения имеет S – образную форму.

Возможность использовать параметрические методы зависит не только от того, как распределены экспериментальные данные. Есть ещё более сильные ограничители. И, прежде всего, тип шкалы, при помощи которой осуществлены измерения.

2.1.4. Шкалы и единицы измерений

Измерением называется установление соответствия между характеристиками изучаемых явлений и числами. Для измерения используется шкала – то есть принятая по соглашению последовательность значений одноимённых величин различного размера.

Измеряемая величина сравнивается со шкалой, по которой и отсчитывается результат измерения. Например, длину тела определяют по шкале ростомера, а знания – по пятибалльной шкале.

Основное различие между этими двумя шкалами состоит в том, что первая существует как явление материального мира, а вторая – лишь в нашем воображении. Поэтому измерение, выполненное по шкале ростомера, объективно, а выполненное по шкале уровня знаний – в значительной мере субъективно.

Объективность измерений по шкале ростомера обеспечивается тем, что эта шкала разделена на равные, очень точно отмеренные, эталонные отрезки – единицы измерения (сантиметры, дециметры, метры). Если бы все переменные величины измерялись по шкалам, подобным шкале ростомера, то здоровье, красоту и другие качества можно было бы измерить абсолютно точно. Мало того, можно было бы сказать, на сколько и во сколько раз один человек здоровее и красивее другого. Но, к сожалению (или к счастью?), многие важные показатели не имеют количественной меры. И потому мы вынуждены измерять их по шкалам, похожим на пятибалльную шкалу уровня знаний. А такие шкалы дают ответ только на следующие два вопроса: «равны или не равны две величины»? и «какая из них больше»?

Применяются 4 типа шкал: **шкала отношений** (например, шкала ростомера), **шкала порядка** (например, шкала уровня знаний), **шкала интервалов и шкала наименований.** Приступая к измерениям, необходимо знать, по шкале какого типа должна измеряться интересующая нас величина.

Правила выбора измерительных шкал вытекают из их особенностей, разобраться в которых помогут изображённые на рис. 19 модели всех четырёх типов шкал. Представьте себе вертикальный стержень с кольцами, жёстко закреплёнными на одинаковом расстоянии друг от друга. Если место расположения нижнего кольца строго определено и известно, то такой стержень служит моделью шкалы отношений, которая по праву считается самой точной из всех.

Если же нижнее кольцо (начало отсчёта) располагается произвольно, то перед нами модель шкалы интервалов. Модель шкалы интервалов легко превратить в модель шкалы порядка. Для этого достаточно заменить жёстко закреплённые кольца такими, которые могут свободно перемещаться вдоль стержня. И, наконец, модель шкалы наименований получится, если убрать стержень и рассыпать кольца произвольным образом.

По таблице, помещённой на том же рисунке, можно узнать, на какие вопросы позволяет ответить каждая из четырёх шкал. Наибольшими возможностями обладает **шкала отношений,** дающая ответ на все четыре вопроса (см. рис. 19). **Шкала интервалов** отвечает только на три вопроса, поскольку без нулевой точки отсчёта нельзя узнать, во сколько раз одна величина больше или меньше другой. Заметьте, что этот вопрос может звучать и по-другому: «на сколько процентов одна величина больше или меньше другой?».

Шкала порядка менее совершенна, чем шкалы отношений и интервалов. Это вполне понятно: не пользуясь единицами измерения, нельзя выполнить точные измерения. Несовершенство порядковых (ранговых) шкал иллюстрируется рисунком 19, где изображены две эквивалентные шкалы порядка, которые, очевидно, дадут разные результаты при оценивании одного и того же уровня качества. Шкала порядка возникает всякий раз, когда составляющие шкалу числа упорядочены по рангам, но интервалы нельзя точно измерить.

Особое место занимает **шкала наименований.** По-существу, это шкала, пригодная не для измерения, а для идентификации. В ней числа, а также буквы или другие условные обозначения исполняют роль ярлыков и служат не для количественного оценивания, а для обнаружения и различения изучаемых объектов. Например, перечень заболеваний позволяет выразить диагноз в общепринятых терминах.

Важной разновидностью шкалы наименований является **дихотомическая** (двухуровневая) **шкала,** имеющая только два значения: 0 и 1. Дихотомическая шкала используется при предварительной диагностике (здоров – болен, тренирован – не тренирован, пригоден – не пригоден и т.п.), при изучении межличностных отношений, когда человеку предлагается ответить на вопрос, с кем он хотел бы сотрудничать («1»), а с кем нет («0»), а также во многих других случаях.

Теперь сформулируем **основные правила выбора шкал.** Если без ущерба для точности измерений значения переменной можно менять местами, то её следует измерять (точнее – узнавать, идентифицировать) по шкале наименований. Примеры шкал наименований: названия спортивных специализаций, заболеваний, профессий, и т.п.; перечень событий, возникающих в процессе спортивного поединка, и вообще любых случайных событий.

Упорядоченные переменные, не имеющие единиц измерения, оценивают по шкалам порядка. Существует формальный приём для выявления этих переменных: если значения переменной нельзя менять местами, но можно без ущерба для точности измерений возводить в квадрат, то измерять её следует по шкале порядка. Например, шкала щедрости («скупой – жадный – добрый – щедрый») не потеряет своих свойств от возведения каждого из её элементов в квадрат, хотя и приобретёт непривычную форму. По шкале порядка измеряют самочувствие и интенсивность ощущений, красоту и выразительность движений, доброту и чувство коллективизма, знания и умственные способности, а также многие другие качественные показатели. По шкале порядка измеряют также результативность в тех видах деятельности, где успех определяется занятым местом, а не показанным результатом.

Наличие единиц измерения служит признаком того, что данную величину можно измерить точно по шкале интервалов или шкале отношений. При этом по шкале интервалов измеряют все количественные показатели, не имеющие однозначно определённой точки отсчёта (угол в суставе, температуру, календарное время), и качественные показатели, которые удалось охарактеризовать количественно (найти эталоны или изобрести операции, уравнивающие единицы шкалы). А по шкале отношений измеряют показатели, имеющие и единицу измерения, и нулевую точку отсчёта (в том числе скорость, ускорение, силу, массу, момент силы, интервалы времени и т.д.).

Возможен и ещё один подход к выбору измерительных шкал – от задач, диктуемых практикой. Например, информационный поиск не организуешь иначе, как на базе многомерных шкал наименований. А нужда в этом есть: ведь память человека не беспредельна, а объём необходимой информации неуклонно растёт.

Чтобы ускорить информационный поиск (т.е. поиск информации по признакам, указанным в запросе, или поиск сведений, содержащих ответ на заданный вопрос), систематизируют информацию и создают картотеки и каталоги наподобие тех, которыми уже давно пользуются работники архивов, библиотек и справочных служб. Но дальновиднее поместить эту информацию в память компьютера и по мере надобности обращаться к ней за справками.

Такие компьютерные системы, называемые информационно-поисковыми, уже используются в медицине и спорте. Они нужны для экспресс-диагностики, но весьма полезны и в тех ситуациях, когда встречается редкое или тяжело протекающее заболевание и необходимо быстро извлечь из архивов аналогичные истории болезни. Разумеется, всё это реально лишь при условии, что компьютер обладает достаточной памятью и высоким быстродействием.

Измерительные шкалы можно совершенствовать. Из всех аспектов этой сложной и увлекательной проблемы наибольшее практическое значение имеют способы превращения порядковых шкал в шкалы отношений или хотя бы в шкалы интервалов. Это – основной путь к количественной оценке качественных показателей. Понятно, что стержневым моментом здесь является поиск единиц измерения.

Приведём примеры, показывающие, как решается эта задача на практике. Но прежде напомним, что единицей измерения называется эталон, с которым сравнивается измеряемая величина. В результате по шкале интервалов или по шкале отношений узнают, во сколько раз измеряемая величина больше или меньше эталона.

Ввиду многообразия единиц, используемых для измерения одних и тех же переменных (метр – сантиметр – километр или секунда – минута – час и т.д.), условились некоторые из них считать основными. Основными называются единицы измерения, величины которых равны специальным образцам – эталонам, хранящимся в государственных метрологических учреждениях. На сегодня утверждено более ста таких эталонов.

Имея несколько основных единиц измерения, можно вводить связанные с ними производные единицы, уже не выбирая специального эталона для каждой из них. Производные единицы измерения могут быть получены из основных путём несложных арифметических преобразований. Например, единица длины (метр) и единица времени (секунда) – основные единицы, а единица скорости (метр в секунду) – производная.

Основные и производные единицы измерения образуют системы единиц. Так, в международной системе единиц СИ (системе интернациональной) основными единицами являются: метр (м), килограмм массы (кг), секунда (с), градус Кельвина (К), свеча (св) – единица силы света, ампер (А) – единица силы электрического тока, а важнейшие производные единицы: ньютон (Н) – единица силы, джоуль (Дж) – единицы работы, энергии и теплоты, ватт (Вт) – единица мощности, а также единицы измерения импульса силы, момента силы, момента инерции, давления и ряда других переменных.

Кроме того, часто по традиции применяют внесистемные («дикие») единицы измерения. Например: час, минута, тонна, километр в час, калория, лошадиная сила (л.с.) и т.д.

Но бывают случаи (и они нередки!), когда готовых единиц измерения нет и их приходится изобретать. Именно этим путём от шкал порядка переходят к шкалам отношений. И, стало быть, от качественных, интуитивных оценок – к количественным, точным измерениям. Общей технологии здесь нет, поскольку процесс это творческий. Для примера покажем, как конструируется единица измерений и измерительная шкала для количественной оценки сплочённости коллектива. Ведь известно, что добрые отношения между людьми – один из важных факторов поддержания хорошего настроения и сохранения здоровья.

В основе единицы измерения сплочённости коллектива лежит социометрический (от лат. societas – общество) метод анализа взаимоотношений в группе людей[4]. Результаты социометрического исследования, о котором идёт речь, представлены в виде социометрической матрицы (табл. 3). Знак «+» заносился в таблицу при «положительном выборе», когда один человек (его порядковый номер в вертикальном столбце слева) выражал желание общаться с другим (его номер – в верхней горизонтальной строке). Отсутствие знака «+» означает «отрицательный выбор», то есть нежелание одного человека взаимодействовать с другим. Необходимые для составления социометрической матрицы сведения были получены путём анонимного анкетирования 12 людей, знакомых друг с другом.

Таблица 3.

Пример социометрической матрицы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1			+	+	+							
2					+			+				
3	+				+		+		+		+	
4						+						+
5			+				+		+		+	
6				+	+					+		
7			+								+	
8			+						+		+	
9	+		+				+				+	
10						+						+
11	+		+				+		+			
12	+		+	+			+		+	+	+	

В рассматриваемом варианте социометрического исследования единицей измерения сплочённости коллектива служит один положительный выбор. Понятно, что выбор выбору рознь: двух людей может связывать и чувство симпатии, и проверенная годами дружба, и лишённое эмоциональной окраски уважение к профессиональному мастерству. Поэтому в более сложных социометрических матрицах учитывается не только факт положительного или отрицательного выбора, но и степень, и мотивы симпатии одного человека к другому. Но даже в предельно упрощённом варианте социометрическая матрица позволяет создать шкалу сплочённости коллектива, которая имеет **основные признаки шкалы отношений: единицу измерения и исходную точку отсчёта.** Теоретически можно представить группу людей, сплочённость которой столь низка, что никто ни с кем не хочет общаться. Таким образом, исходная точка отсчёта на шкале сплочённости равна нулю, а максимальное значение индекса сплочённости равно единице.

Имея социометрическую матрицу, легко вычислить коэффициенты, характеризующие сплочённость коллектива, популярность каждого его члена и некоторые другие особенности группы как социальной системы[5].

Индекс сплочённости определяется по формуле:

$$ИС = \frac{2B}{n(n-1)},$$

где В – число взаимных положительных выборов

В нашем случае ИС = (2 · 41) / 12 · 11 = 0,31.

Отношение коллектива к одному из его членов характеризуется индексом социометрического статуса:

$$ИСС = \frac{P_+ - P_-}{n-1},$$

где P_+ – число положительных выборов, полученных индивидумом; P_- – число отрицательных выборов.

Например, неформальный лидер группы (№ 3) имеет низкий индекс социометрического статуса:

$$ИСС = \frac{7-4}{11} = \frac{3}{11}.$$

Очевидно, что величина индекса социометрического статуса может находиться в пределах от (– 1) при наименьшей до (+ 1) при наибольшей популярности.

Подобные примеры можно приводить неограниченно, но наша цель в другом. Знания о шкалах и единицах измерений понадобятся в следующих разделах, при рассказе о методах «арифметической статистики». Выбор статистического метода в значительной мере зависит от того, по какой шкале измерены экспериментальные данные.

Итак, какое снаряжение мы берём с собой в путешествие по «арифметической статистике»? – Всё самое необходимое и ничего лишнего, как во всякий серьёзный поход.

Во-первых, терминологию: в незнакомой стране без языка трудно, и потому в Вашем словаре появились три десятка новых слов.

Во-вторых, начальные навыки обращения с потоками случайных чисел, обрушивающихся на нас, словно вода на байдарочника-слаломиста. Числовые потоки это, конечно, не так опасно, но в случае «оверкиля» не менее смешно. И в борьбе с ними элементарные основы техники статистических расчётов не помешают.

В-третьих, умение классифицировать как статистические методы, так и подлежащий обработке цифровой материал. Эти знания помогут выбрать адекватные (соответствующие) методы. Иначе легко попасть в положение человека, пытающегося забить гвоздь зубной щёткой.

Овладев этими знаниями, мы в следующих главах можем сосредоточиться на детальном рассмотрении методов арифметической статистики.

Для того чтобы наше путешествие по иерархическому древу арифметической статистики (см. рис. 8) было результативным и приятным, рассказ о каждом статистическом методе лучше вести по такому плану:

– основные понятия и суть метода;
– примеры из практики с расчётом основных показателей;
– техника безопасности (как обойти «подводные камни» и избежать элементарных ошибок);
– не очевидные, но эффективные пути применения.

Примечание: *от этого плана возможны отступления (ведь ни одна река не течёт прямо!).*

2.2. Основы одномерной статистики

Изучение статистики всегда начинается с **одномерных** методов и часто ими же и заканчивается, поскольку для решения большинства практических задач более сложных методов не требуется. Ваша средняя зарплата и нестабильность доходов, средняя частота пульса и её вариативность, средняя продолжительность жизни и длительность ежедневных занятий оздоровительными упражнениями – этот перечень задач, решаемых методами одномерной статистики, можно продолжать бесконечно.

2.2.1 Оценивание центральной тенденции и нестабильности.

Одномерные статистические методы просты. Это методы определения **центральной тенденции (среднего значения) и вариативности** (рис. 20). Кроме того, к ним относятся методы проверки **статистической значимости** (достоверности) вычисленных показателей, без чего ни один статистический расчёт нельзя считать законченным.

О чём говорят показатели среднего значения и вариативности? Первые из них характеризуют средний уровень, вторые помогают дать количественную оценку вариативности (нестабильности). Если результаты всех измерений одинаковы, то вариативность равна нулю.

Польза контроля за средним уровнем очевидна. Ведь когда говорят, что человек здоров или болен, тренирован или не тренирован, силен или слаб, быстр или медлителен, то имеют в виду именно средний уровень этих качеств. Но известно, что все они варьируют относительно среднего уровня. На протяжении одних только суток показатели, характеризующие предельные физические возможности каждого из нас (максимальная сила, максимальное потребление кислорода и т.д.), дважды проходят максимум и минимум, изменяясь при этом до 30 %. Поэтому вычисление вариативности имеет большой практический смысл.

Во всяком деле полезно знать и средний уровень, и степень нестабильности. Например, при отборе сотрудников на работу или спортсменов в команду важна не только квалификация, но и пунктуальность. Конечно же, каждый руководитель принимает решение исходя из своих целей, привычек и т.д. Одни предпочитают иметь дело с очень способными, «звёздными» людьми, даже если их поведение не отличается стабильностью. Другие ставят на первое место стабильность и обязательность, полагая, что даже не очень способный человек сумеет добиться успеха, если он пунктуален и трудолюбив.

Взглянув на рисунок 20, читатели поведут себя по-разному. Одни согласно кивнут головой: «всё ясно!». Другие выразят недовольство или горестно вздохнут при виде стольких незнакомых слов. Но ведь речь-то идёт о таких простых и понятных вещах, как средний уровень и нестабильность. И собраны здесь только те статистические показатели, которые абсолютно необходимы специалисту, профессионально занимающемуся оздоровительными мероприятиями и контролем за состоянием здоровья. Более того: не владея ими, нельзя считать себя специалистом в этой области.

Для статистических сводок, может быть, и достаточно среднего арифметического значения и стандартного отклонения. Но конкретному человеку с его индивидуальными особенностями и конкретными целями помочь может только специалист, владеющий более широкой палитрой методов. Среди них есть методы общего применения, а есть строго направленные, применяемые реже. К методам общего применения прежде всего относится исчисление средних.

2.2.1.1. Средние величины

Определение **средних величин (или центральной тенденции)** – это самое простое, что есть в статистике. Но и здесь имеются свои тонкости, свои «подводные камни». Существуют правила усреднения, нарушение которых приводит к ошибкам и даже курьёзам. Один из статистических анекдотов связан с попыткой некой аспирантки, занимавшейся биохимическим контролем за спортсменами, облегчить себе жизнь, упростив процедуру анализа мочи. Когда потребовались средние величины биохимических показателей, она решила не собирать и не анализировать пробы каждого спортсмена в отдельности, а вместо этого раздобыла большое ведро и каждое утро, размешав хорошенько его содержимое, анализировала взятую из него «усреднённую» пробу. Но результат такого «усреднения» оказался ошибочным хотя бы уже потому, что объёмы индивидуальных «вкладов» в общее ведро были заведомо неодинаковыми.

Известно несколько **показателей центральной тенденции.** Но мы рассмотрим только самые полезные и часто применяемые (см. рис. 20). Выбор одного из них в каждом конкретном случае зависит от шкалы измерений и от соответствия или несоответствия усредняемых величин закону нормального распределения.

Как вы помните, все статистические показатели делятся на **непараметрические и параметрические**, непосредственно связанные с «параметрами» нормального распределения – **математическим ожиданием** (M) и **стандартным отклонением** (**σ**) или их выборочными оценками. Первым параметрическим показателем центральной тенденции является выборочная оценка математического ожидания – уже знакомое нам среднее арифметическое значение ($\overline{X}$).

Другие показатели центральной тенденции не требуют вычисления среднего арифметического и потому не относятся к параметрическим. Каждый из них будет подробно рассмотрен, но вначале – о среднем арифметическом.

Среднее арифметическое применяется, если анализируемые данные отвечают следующим условиям:

1) они измерены по шкале отношений или интервалов;

2) закон их распределения не слишком сильно отличается от нормального;

3) они не относятся к исключительным случаям, когда требуется среднее гармоническое или среднее геометрическое.

Первое из этих условий, казалось бы, очевидно, но часто нарушается. Например, нельзя определять среднюю успеваемость путём усреднения оценок, полученных учащимися. Ведь эти оценки выставлены по балльной шкале – шкале порядка. И нет никакой уверенности в том, что равны интервалы знаний между двойкой и тройкой, тройкой и четвёркой, четвёркой и пятёркой. Иными словами, никогда нет уверенности в том, что один балл может рассматриваться в качестве единицы измерения знаний. И, следовательно, неграмотно утверждать, что в каком то классе (учебной группе, школе, институте и т.д.) успеваемость на столько-то баллов выше, чем в другом, или что она повысилась на столько-то процентов.

В подобных случаях нужны **непараметрические** методы определения средних величин (см. ниже). Или же следует вообще отказаться от подобных сопоставлений и, как это принято в некоторых странах, ограничиться установлением индивидуального ранга каждого учащегося по его знаниям. При такой системе ребёнок, возвращаясь из школы, знает, что сегодня он был, например, пятым по истории, вторым по физкультуре, девятым по математике и т.д.

То же самое можно сказать и о балльных оценках **состояния здоровья.** Вы, разумеется, уже заметили, что второе условие использования среднего арифметического сформулировано не очень чётко. В самом деле, как понять, что закон распределения не должен «слишком сильно» отличаться от нормального. Но картина именно такова. Если это условие выполняется, среднее арифметическое – надёжный ориентир при определении центральной тенденции случайной величины. Если же не выполняется, то среднее арифметическое можно вычислить, но оно не будет отображать центральную тенденцию. Пример такой ситуации – на рис. 21.

Дом следует строить на прочном основании. Поэтому не пожалеем времени для того, чтобы внести полную ясность в несложный, но фундаментальный вопрос о том, как определять средние величины. Эти затраты окупятся, когда разговор пойдёт о более сложных статистических методах. Приведём пример.

На урок физкультуры пришли 8 детей. «Давайте устроим соревнование, – предложил учитель, – кто дальше бросит теннисный мяч?» Дети показали разные результаты. Серёжа бросил мяч на 12 метров, результат Тани – 10, Володи – 11, Лёни – 9, Юли – 7 и т.д. Эти результаты учитель записал в таблицу. Каждый ребёнок участвовал в одном тесте, в котором измеряли один показатель – дальность броска. И в таблице против имени каждого ученика и его порядкового номера – только одно число.

Таблица 4.

Запись результатов тестирования для усреднения

№	Имя	Дальность броска, м
1	Сережа	14
2	Таня	12
3	Володя	13
4	Лёня	10
5	Юля	8
6	Маша	7
7	Алеша	8
8	Даша	5
9	Аня	4
10	Тимур	4
n=11	Наташа	3
	Сумма:	88

В данном случае мы имеем дело с одномерной задачей, которая решается методами «одномерной статистики». Для её решения нужно суммировать цифры в столбце результатов и получившуюся сумму разделить на число случаев (n). В данном примере среднее арифметическое $\overline{X} = 88 : 11 = 8{,}0$.

Среднее арифметическое разделяет ряд случайных величин на две части («левую» и «правую»). Слева – числа, которые меньше, а справа – больше среднего арифметического. Сопоставляя свой результат со средним результатом, каждый участник тестирования может сравнить свои возможности с возможностями других людей. Здесь встречаются три ситуации: индивидуальный результат меньше среднего арифметического, равен ему или больше его. Выводы, которые могут быть сделаны в каждом из этих случаев, зависят от целей и честолюбия каждого: одних устраивает положение «середняка», другим нужна только победа.

Приведённый пример обычен для **одномерной статистики.** Известна ещё одна типичная для неё задача. Она возникает, когда ряд результатов измерения («числовой ряд») представляет собой последовательность цифр, получаемых при многократном тестировании одного и того же объекта.

Представим себе, что один из участников соревнований по метанию мяча был огорчён тем, что показанный им результат – всего лишь четвёртый. И решил после урока бросать мяч до тех пор, пока не обгонит товарищей. Его настойчивость понравилась учителю, который измерял результаты бросков и полученные цифры записывал в табл. 5.

Таблица 5.

Пример заполнения таблицы результатов многократного тестирования одного и того же человека

Номер попытки	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат (дальность броска), м	9	10	9	11	8	8	12	10

Числовые ряды в таблицах 4 и 5 мало чем отличаются друг от друга. Но в практическом отношении между ними есть существенное различие. Случайные числа в одной таблице есть результат однократного тестирования многих людей. А случайные числа в другой – результат многократного тестирования одного человека. Это различие касается только интерпретации результатов вычислений и не затрагивает их технологии. Расчёты здесь ведутся так же, как и в предыдущей таблице.

Возможен ещё один вариант обработки исходных данных – когда тестируется группа людей, каждый из которых выполняет две или несколько попыток. В этом случае следует вначале провести усреднение по попыткам, т.е. найти средний результат каждого участника (например, при двух попытках два его результата складываются и сумма делится пополам), а затем полученные цифры усреднить обычным способом.

Заметим, что **достоверность** определяемых таким образом статистических показателей **выше**, чем при однократном тестировании. Это и понятно: при многократном тестировании затрачивается дополнительный труд. А в статистике те же традиции, что и в хорошем банке: вложенный труд всегда возвращается с процентами. Но о достоверности статистических показателей речь ещё впереди, а сейчас рассмотрим «исключения из правила» – ситуации, когда приходится отказаться от расчёта среднего арифметического и вместо этого вычислять более сложные показатели – среднее гармоническое и среднее геометрическое.

Среднее гармоническое вычисляется в тех случаях, когда усредняемый показатель есть гиперболическая функция от измеряемого показателя. То есть когда усредняемые случайные величины получены делением какой-то константы на числа, являющиеся результатами измерения.

Классический пример – скорость передвижения. Она рассчитывается делением постоянной величины – расстояния (S) на интервал времени (t), за который это расстояние преодолено. Измеряемая величина здесь – временной интервал, а скорость (v) – гиперболическая функция от этого временного интервала: v = S/t. Поэтому усреднять величины скорости по формуле среднего арифметического нельзя. Вместо этого следует воспользоваться формулой среднего гармонического:

$$\overline{X}_r = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{V_i}} = \frac{n}{\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} + \ldots + \frac{1}{V_n}},$$

где n – объём выборки, как и прежде.

Эта формула может показаться громоздкой только с непривычки. Пользоваться ею несложно. Расчётная таблица отличается от таблицы для среднего арифметического одним столбцом, куда помещаются обратные величины (1/v).

Таблица 6.

Форма таблицы при расчёте среднего гармонического

Имя	Порядковый номер i	Усредняемая величина v_i, км/час	Величина, обратная усредняемой $1/v_i$
Сережа	1	14,3	0,070
Таня	2	10,0	0,100
Володя	3	12,0	0,083
Лёня	4	11,5	0,087
Юля	5	8,6	0,116
Алёша	6	13,2	0,076
Маша	7	7,5	0,133
Лена	8	5,5	0,182
Катя	n = 9	4,0	0,250
		Сумма:	1,097

<u>Примечание</u>: В таблицу 6 помещены величины средней скорости (в километрах за час), с которой дети проезжали на велосипеде один километр.

В соответствии с расчётной формулой, при вычислении среднего гармонического суммируются цифры в правом столбце. После чего объём выборки (n) делится на эту сумму. Частное от такого деления и есть среднее гармоническое, величина которого в данном случае равна $\overline{X}_г = 8{,}2$ и отличается от среднего арифметического $\overline{X} = 9{,}6$ (читатель может в этом убедиться самостоятельно).

Дополнительные хлопоты, возникающие при расчёте среднего гармонического, окупаются большей точностью получаемых результатов. Например: Ваня проехал 1 км со скоростью 12 км/час и тут же отправился в обратный путь. Но из-за усталости и встречного ветра ехал гораздо медленнее – со скоростью 6 км/час. Спрашивается, с какой средней скоростью он преодолел всё расстояние туда и обратно?

Если усреднять по формуле **среднего арифметического,** то получим: (12 + 6) / 2 = 9 км/час. Но мы теперь знаем, что скорости так усреднять нельзя. Однако проверим, действительно ли такой расчёт неверен. Для этого вычислим суммарную длину дистанции (она равна двум километрам) и суммарное время езды (время езды «туда» равно 1 км : 12 км/час = 1/12 часа, а время езды «обратно» равно 1 км : 6 км/час = 1/6 часа; все затраченное время t = 1/12 + 1/6 = 1/4 часа). Разделив общее расстояние на суммарное время, найдём среднюю скорость. В нашем примере она равна: 2 км : 1/4 часа = 8 км/час. Это верный результат.

А теперь выполним тот же расчёт по формуле **среднего гармонического:**

$$\overline{X}_r = \frac{n}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} = \frac{2}{\frac{1}{12} + \frac{1}{6}} = 8 \ \ (км / час)$$

Таким образом, правильный ответ получается, если вести расчёты по формуле **среднего гармонического.** Если же вычислять среднее арифметическое, то абсолютная ошибка составит 1 км/час, а относительная 12,5 %, что немало.

Важно подчеркнуть, что **средним гармоническим** всё-таки следует пользоваться в исключительных случаях. Как правило, нужно стараться обойтись простейшими методами. Этого нетрудно достичь, если статистическому анализу подвергать сами результаты измерений, а не преобразованные данные. Так, в рассмотренном примере проще было бы оперировать величинами временных интервалов. Но иногда мы не располагаем исходными величинами. И потому нужно уметь вычислять среднее гармоническое и распознавать ситуации, когда это необходимо делать. Это один из элементов статистической «техники безопасности».

Среднее геометрическое вычисляется, когда требуется найти средние значения изменений в состоянии здоровья, физической работоспособности и т.п. Среднее геометрическое более точно характеризует динамику этих и других показателей во времени. Вычисляется оно по следующей формуле:

$$\overline{X}_g = \sqrt[n]{X_1 \cdot X_2 \cdot \ldots \cdot X_n}.$$

Поскольку извлечение корня произвольной степени – операция трудоёмкая, используется следующая рабочая формула:

$$\log \overline{X}_g = \frac{\sum_{i=1}^{n} \log X_i}{n} = \frac{\log X_1 + \log X_2 + \ldots + \log X_n}{n}$$

Таким образом, расчёты ведутся в 3 этапа:

1) вычисляются логарифмы (десятичные или натуральные – это не принципиально) исходных величин ($\log X_i$);

2) вычисляется среднее арифметическое найденных логарифмов;

3) вычисляется антилогарифм этой величины, т.е. среднее геометрическое $\overline{X}g$.

Тем, кто подзабыл школьную математику, напоминаем, что **логарифмом** числа **N** по основанию **a** называется показатель степени, в которую нужно возвести a, чтобы получить N. **Десятичный логарифм** – это логарифм по основанию **a = 10.**

Следовательно, десятичный логарифм числа N (обозначается *lg* N) – это показатель степени, в которую нужно возвести число 10, чтобы получить N. Например, десятичный логарифм ста (N = 100) равен двум.

Нахождение **антилогарифма** (или потенцирование) это определение величины по её логарифму, т.е. операция, обратная логарифмированию. При потенцировании основание логарифма возводится в степень, равную логарифму. Так, если десятичный логарифм равен трём, то для нахождения антилогарифма нужно десять возвести в третью степень: $10^3 = 1000$

Десятичный логарифм записывается в виде десятичной дроби, целая часть которой называется **характеристикой** логарифма, а дробная – **мантиссой** логарифма. Например, десятичный логарифм двадцати lg 20 = 1,301; здесь 1 – характеристика, а 301 – мантисса.

Другой пример:
lg 0,2 = –1,301; здесь (–1) – характеристика, а 301 – мантисса.

За примером расчёта среднего геометрического обратимся к оздоровительной физкультуре. Нередко приходится выяснять, как тренировочные упражнения повлияли на физическую подготовленность человека (аналогичные проблемы встают и при контроле за эффективностью лечебных мероприятий).

Таблица 7.

Расчёт среднего геометрического еженедельного прироста предельного числа подтягиваний на высокой перекладине (X_i) у практически здорового мужчины 48 лет

№ п/п	X_i	$\lg X_i$	№ п/п	X_i	$\lg X_i$
1	1	0,000	5	2	0,301
2	1	0,000	6	3	0,477
3	1	0,000	7	3	0,477
4	2	0,301	8	4	0,602
				сумма:	2,158

Разделив полученную сумму логарифмов на объём выборки (n = 8), узнаем, что логарифм среднего геометрического равен 0,270, и по таблице антилогарифмов найдём среднее геометрическое, которое в данном случае равно 1,86. Для сравнения подсчитаем среднее арифметическое:
17 / 8 = 2,12. Разница немалая!

Примечание: Десятичные логарифмы и антилогарифмы можно быстро найти по специальным таблицам. При этом нужно учитывать, что таблица логарифмов позволяет определить только мантиссу (часть логарифма после запятой). А характеристика (часть логарифма до запятой) определяется по следующим правилам. Если число больше единицы (N > 1), то характеристика на единицу меньше числа его цифр, стоящих перед запятой. Вспомните: lg 20 = 1,301. Если же число меньше единицы (N < 1), то характеристика отрицательна и по абсолютной величине равна числу нулей слева, включая и ноль целых. Вспомните: lg 0,2 = –1,301.

Внимание! *Знак минус в последнем примере относится только к характеристике, так как мантисса всегда положительна.*

Мода и медиана – также показатели центральной тенденции. Рассмотренные ранее показатели называют **параметрическими,** поскольку они так или иначе связаны со средним арифметическим – одним из двух параметров нормального распределения. (Напомним, что параметрами нормального распределения являются среднее арифметическое и стандартное отклонение).

Параметрические средние не свободны от недостатков. Во-первых, они не отображают центральной тенденции, если распределение случайной величины сильно отличается от нормального. Во-вторых, как справедливо отмечает Г. Ф. Лакин, «на среднюю арифметическую могут сильно влиять крайние члены ранжированного вариационного ряда, которые как раз наименее характерны для данной совокупности»[6]. В связи с этим, наряду с **параметрическими** применяются и **непараметрические** показатели центральной тенденции – **мода и медиана.**

Модой называется наиболее часто встречающееся значение случайной величины. Математико – статистическое понимание моды совпадает с её бытовым пониманием. Так, если на городской улице чаще всего встречаются люди, одетые в джинсы, то это означает, что джинсы в моде.

Мода, как и медиана, устойчива к случайным «выбросам», попадающим на левый или правый край числового ряда. Но мода мало пригодна для оценки среднего в очень малых выборках. Там порой просто нет возможности выделить повторяющиеся значения случайной величины.

Медиана – это средняя, разделяющая числовой ряд на две равные части; по обе стороны от неё располагается одинаковое количество чисел. Для нахождения медианы числовой ряд ранжируют, т.е. располагают его члены в порядке возрастания. При нечётном количестве членов ряда медианой будет то число, которое находится посредине ряда, а при чётном – полусумма двух соседних чисел, расположенных в центре ранжированного ряда.

Медиана – наиболее универсальный показатель центральной тенденции числового ряда. Медиану можно определять при немногочисленной выборке, при несимметричном распределении и в иных ситуациях, когда другие показатели среднего значения неэффективны. Для примера возьмём число подтягиваний в день, которые в течение недели выполнял мальчик 10 лет: 20, 10, 14, 0, 0, 12, 25. Медиана этого вариационного ряда равна 12.

Сравнивая между собой параметрические показатели центральной тенденции, заметили, что среднее гармоническое всегда меньше среднего геометрического, которое, в свою очередь, всегда меньше среднего арифметического:

$$\bar{X}_r < \bar{X}_g < \bar{X}$$

Чтобы убедиться в этом, проверьте, что при любых положительных и отрицательных числах:

$$\frac{2ab}{a+b} < \sqrt{ab} < \frac{a+b}{2}$$

Тому есть несложное геометрическое доказательство, известное ещё из древнегреческой математики[7]. Для непараметрических средних таких простых правил не существует. Как мода, так и медиана может быть и меньше, и больше любой из параметрических средних. А порой и меньше, и больше в одно и то же время. Так бывает, когда распределение случайной величины бимодально или полимодально, то есть имеет две или несколько мод. Если, например, 5 человек сжали кистевой динамометр с силой 60 кг, другие 5 – с силой 40 кг, а остальные показали разные и не совпадающие результаты, то получится бимодальное распределение.

Наличие двух или нескольких мод в одном распределении обычно свидетельствует о том, что случайные величины взяты из двух или нескольких генеральных совокупностей (например, когда неопытный исследователь в одной совокупности усредняет данные о мужчинах и женщинах или о людях разных возрастных групп). В подобных случаях методы статистической обработки нужно выбирать с особой осторожностью.

В заключение рассказа о показателях центральной тенденции заметим, что нередки ситуации, когда ни один из них не годится. Приводится такой пример: пятеро мужчин сидели на скамейках парка, в том числе двое бродяг (у каждого из них было по 25 центов), рабочий (на его счёте в банке 2000 долларов), бизнесмен (имевший 15000 долларов) и миллионер (с состоянием 5000000 долларов). Сколько денег в среднем у них было? Мода здесь равна 25 центам, медиана – 2000 долларов, среднюю арифметическую при желании легко подсчитать. Но ни один из показателей не даёт представления о состоянии этих людей. Это легко понять: выборка неоднородна. И приходится согласиться с Дж. Стэнли: «очевидно, нет меры, адекватной этим странным соседям по скамейке, для которых просто не существует центральной тенденции»[8].

2.2.1.2. Показатели вариативности

Подобно показателям центральной тенденции, показатели вариативности (изменчивости) делятся на параметрические и непараметрические. К параметрическим относится стандартное отклонение (s), его оценка (s) и ещё три показателя, связанные с ним:
– дисперсия, или квадрат стандартного отклонения: $D = s^2$;
– коэффициент вариации: $v = \frac{s}{\bar{X}} 100\%$;
– стандартная ошибка среднего арифметического: $m = \frac{s}{\sqrt{n}}$, где n – объём выборки.

К непараметрическим показателям вариативности относится размах варьирования (разница между максимальным и минимальным значениями случайной величины в выборке) и величины квантилей. Чем меньше каждый из этих показателей, тем ниже изменчивость случайной величины, то есть тем ближе друг к другу значения случайных величин в выборке.

Вариативность бывает **межиндивидуальной** или **внутрииндивидуальной. Межиндивидуальная вариативность** характеризует группу людей или других объектов и отвечает на вопрос: насколько они непохожи друг на друга. **Внутрииндивидуальная вариативность** характеризует одного человека, который участвовал в многократных измерениях, и отвечает на вопрос: насколько он стабилен.

Нет ничего удивительного в таком многообразии показателей вариативности. **Нестабильность** объектов контроля – основная причина невозможности точной диагностики текущего состояния и точного прогнозирования будущего хода событий. По сути, именно по этой причине и возникла **математическая статистика как аппарат диагностики и предсказания в условиях неопределённости.**

Чем меньше нестабильность, тем больше шансов решить все вопросы без помощи статистических методов. И потому степень нестабильности стараются оценить как можно точнее. А поскольку практические задачи разнообразны, то и показателей вариативности несколько. Расчёт некоторых из них не вызывает никаких затруднений – например, **размах варьирования.** Но есть и такие, вычисление которых без компьютера трудоёмко. Мы расскажем о том, как упорядочить подобные вычисления, чтобы избежать возможных ошибок, а также – об упрощённых методах расчёта, когда трудоёмкость резко снижена, а погрешности – в пределах допустимого.

Приведём пример расчёта **стандартного отклонения.** Для этого возьмём результаты в беге на 60 м, показанные в 20 – ти попытках 45-летним мужчиной, занимающимся в группе здоровья (табл. 8, 2-й столбец).

Таблица 8.

Форма таблицы и пример её заполнения при расчёте стандартного отклонения

Попытка (i)	Результат (X_i), с	Линейное отклонение ($X_i - \overline{X}$), с	Квадратичное отклонение ($X_i - \overline{X}$)^2, с^2
1	13,0	0,5	0,25
2	12,4	-0,1	0,01
3	12,2	-0,3	0,09
4	12,8	0,3	0,09
5	12,0	-0,5	0,25
6	11,6	-0,9	0,81
7	12,4	-0,1	0,01
8	12,6	0,1	0,01
9	12,0	-0,5	0,25
10	13,2	0,7	0,49
11	12,6	0,1	0,01
12	12,6	0,1	0,01
13	12,8	0,3	0,09
14	12,2	-0,3	0,09
15	12,8	0,3	0,09
16	12,6	0,1	0,01
17	12,2	-0,3	0,09
18	12,6	0,1	0,01
19	13,0	0,5	0,25
n = 20	12,4	-0,1	0,01
Сумма:	250,0	0,0	2,29

Среднее арифметическое ($\overline{X}$) здесь равно 12,5 с. Формула **стандартного отклонения** выглядит так:

$$s = 0{,}35 = \sqrt{D}, \text{ где дисперсия } D = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n-1},$$

причём при n > 30 в знаменателе не (n - 1), а (n). Сумма квадратов отклонений от среднего арифметического в числителе есть сумма цифр в 4-м столбце таблицы. А для вычисления среднего арифметического нужна сумма во втором её столбце. Сумма в третьем столбце тоже полезна: если она равна нулю, среднее арифметическое вычислено верно.

Может возникнуть вопрос: почему для оценки вариативности нельзя ограничиться линейными отклонениями от среднего арифметического (табл. 8, 3-й столбец), а нужно возводить величины отклонения в квадрат? Здесь два объяснения.

Во-первых, линейные отклонения могут быть и положительными, и отрицательными, а их сумма при безошибочном подсчёте среднего арифметического равна нулю независимо от того, велика вариативность или мала. Но, разумеется, это затруднение можно было бы обойти, если суммировать абсолютные величины отклонений, то есть отрицательные отклонения при суммировании считать положительными.

Во-вторых (и это более существенно), при возведении величин линейного отклонения в квадрат подчёркивается роль больших отклонений по сравнению с малыми. Малое отклонение и его квадрат практически не отличаются друг от друга (рис. 22). Чем отклонение больше, тем это отличие заметнее. Кстати, так и в жизни: небольшие отклонения от нормы не имеют значения, но существенные нельзя не замечать и приходится на них реагировать. Таким образом, использование квадратичных мер вариативности не только оправдано теоретически, но и соответствует привычным житейским представлениям.

Будучи более точной мерой вариативности, **среднее квадратическое (стандартное) отклонение** вычисляется сложнее, чем **линейное отклонение.** Этим объясняются попытки упростить эту процедуру. С этой целью ищут более удобный вид предыдущей расчётной формулы либо стараются связать параметрический показатель вариативности (стандартное отклонение) с непараметрическим (например, с размахом варьирования, величину которого найти не трудно).

Расчётную формулу для **дисперсии** (а, стало быть, и для **стандартного отклонения**) можно преобразовать следующим образом:

$$D = s^2 = \frac{\sum_1^n (X_i - \overline{X})^2}{n-1} = \frac{\sum_1^n X_i^{\ 2} - n\overline{X}^2}{n-1}.$$

Взаимозаменяемость обеих формул для расчёта дисперсии подтверждается следующими преобразованиями[8]:

$$D = s^2 = \frac{\sum_1^n (X_i - \overline{X})^2}{n-1} = \frac{\sum_1^n (X_i^{\ 2} - 2\overline{X} \cdot X_i + \overline{X}^2)}{n-1} =$$

$$= \frac{\sum_1^n X_i^{\ 2} - 2X\sum_1^n X_i + \sum_1^n \overline{X}^2}{n-1} = \left(\text{с учетом, что } \sum_{i=1}^n X_i = n\overline{X}\right)$$

$$= \frac{\sum_1^n X_i^{\ 2} - 2n\overline{X}^2 + n\overline{X}^2}{n-1} = \frac{\sum_1^n X_i^{\ 2} - n\overline{X}^2}{n-1},$$ что и требовалось доказать.

В соответствии с этим изменится и расчётная таблица. Полезным упражнением было бы заполнить эту таблицу, взяв за основу цифры из табл. 8. При этом выполнить расчёты двумя способами и убедиться в том, что новая формула снижает трудоёмкость вычислений и даёт те же результаты, что и предыдущая.

i	X_i	X_i^2
1	13,0	169,00
2	12,4	153,76
и т.д.	и т.д.	и т.д.
Сумма:	**...**	**...**

Уже не первый раз мы сталкиваемся с тем, что при вычислении стандартного отклонения в знаменатель расчётной формулы помещают (n – 1). И это несмотря на то, что другое название **стандартного отклонения – среднее квадратическое отклонение,** т.е. речь идёт о подсчёте средней величины квадратов отклонений случайной величины от среднего арифметического. Казалось бы, для этого нужно сложить все квадраты отклонений и полученную сумму разделить на их число, то есть на n. На практике так и поступают, если n > 30. Но при малых выборках, когда n < 30, в знаменателе ставят (n – 1). Чем это объяснить?

Дело здесь в том, что статистические оценки должны быть несмещёнными и состоятельными. Оценка называется **несмещённой,** если среднее значение её выборочного распределения равно величине оцениваемого параметра. Пример несмещённой оценки – среднее арифметическое. Если из одной и той же генеральной совокупности много раз брать выборки и вычислять их средние арифметические, то они сгруппируются вокруг математического ожидания. И потому **при вычислении среднего арифметического никакой коррекции не требуется: случайные числа в выборке складываются и полученная сумма делится на n.**

В отличие от среднего арифметического, стандартное отклонение (s) – **смещённая оценка** параметра (σ). Выборочные значения (s) группируются вокруг числа, которое несколько меньше, чем (σ). Уменьшая знаменатель на единицу, мы корректируем эту особенность стандартного отклонения и получаем более точную его оценку. Доказательство того, что при расчёте стандартного отклонения в знаменатель формулы следует помещать именно (n – 1), а не какой-либо другой коэффициент, любознательный читатель может найти в специальной литературе[9].

Будучи **смещённой оценкой** («это минус!»), выборочное стандартное отклонение (s) является **состоятельной** оценкой стандартного отклонения, характеризующего генеральную совокупность («это плюс!»). **Состоятельной** называется такая оценка, которая при увеличении объёма выборки приближается к значению параметра, который она оценивает. Чем больше (n), тем (s) ближе к (σ). Именно поэтому при объёме выборки, превышающем n = 30, коррекция не нужна (или почти не нужна), и в знаменатель расчётной формулы подставляют не (n – 1), а (n).

Заметим, что все встречавшиеся до сих пор показатели **состоятельные** и большинство из них – **несмещённые.** В том числе среднее арифметическое, медиана, мода (при унимодальном распределении) и даже дисперсия. И лишь стандартное отклонение – **смещённая** оценка, с чем и связаны обсуждаемые затруднения.

В некоторых случаях имеет смысл при вычислении стандартного отклонения допустить небольшую погрешность ради быстрого получения результата. Для упрощённого расчёта стандартного отклонения используется следующая формула:

$$s = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{l(n)},$$

где X_{max} и X_{min} – верхний и нижний лимиты (наибольшее и наименьшее значения случайной величины в выборке), а *l* – коэффициент, зависящий от объёма выборки. Величины коэффициента *l* приведены в таблице 9.

Таблица 9.

Вспомогательные коэффициенты (*l*) для упрощённого расчёта стандартного отклонения

Объем выборки (n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	1,13	1,69	2,06	2,33	2,53	2,70	2,85	2,97
1	3,08	3,17	3,26	3,34	3,41	3,47	3,53	3,59	3,64	3,69

Примечание: *в вертикальном столбце слева – десятки, в верхней строке – единицы; например, при n = 15, l = 3,47.*

Таблица даёт возможность определить величину вспомогательного коэффициента при объёме выборки, не превышающем 19. Если n > 19, следует пользоваться номограммой (рис. 23).

Воспользуемся номограммой для расчёта стандартного отклонения чисел из табл. 8.

При n = 20, *l* = 3,73 (см. пунктир со стрелкой)

$X_{max} - X_{min} = 13{,}2 - 11{,}6 = 1{,}6$. Поэтому s = 1,6 : 3,7 = 0,42.

При расчёте по точной формуле получим:

$$s = \sqrt{2{,}29 : 19} = 0{,}35$$

Такова в данном случае плата за ускорение вычислений. **Дисперсия** и **стандартное отклонение** – основные п**оказатели вариативности.** Именно они используются в большинстве практических задач. Но, кроме них, полезны и другие показатели: **коэффициент вариации, стандартная ошибка средней, квантили.**

Коэффициент вариации равен: $\mathrm{v} = \frac{s}{\overline{X}} 100\%$. Например,

для числового ряда из табл. 8 $\mathrm{v} = \frac{0{,}35}{12{,}5} 100\% = 2{,}8\%$.

Коэффициент вариации удобен при сравнении вариативности показателей, имеющих разные единицы измерения. Например, средний результат в беге $\overline{X}$ = 12,5 с при стандартном отклонении s = 0,35 с, а средний вес тела 80 кг при стандартном отклонении 0,2 кг. Как узнать, какой из этих двух показателей сильнее варьирует? Секунды трудно сравнивать с килограммами, и потому целесообразно выразить и ту, и другую вариативность в процентах. Коэффициент вариации для результата в беге равен 2,8 %, а для веса тела 2,5 %. Таким образом, вариативность обоих показателей оказалась практически одинаковой. Это даёт основание (хотя и с большой осторожностью!) предположить, что колебания веса тела и нестабильность результата в беге вызваны сходными причинами.

Коэффициент вариации не следует применять, когда среднее арифметическое близко к нулю. В этом случае коэффициент вариации слишком сильно зависит от величины стандартного отклонения, он может превышать 100 %, и его трудно интерпретировать.

Стандартной ошибкой средней арифметической называется величина $m = \frac{s}{\sqrt{n}}$.

Об этом показателе мы ещё побеседуем в следующем разделе, когда речь пойдёт о доверительных интервалах. А пока следует сказать, что это очень удобный показатель, когда дело касается графического оформления результатов статистических расчётов и когда стандартное отклонение велико (рис. 24).

Квантили в качестве показателя вариативности, к сожалению, используются реже, чем того заслуживают. **Квантиль** – это точка на числовой шкале, которая делит совокупность наблюдений на две части так, что число случаев в одной части определённым образом соотносится с числом случаев в другой части. Это соотношение можно узнать из названия квантиля. Разновидностями квантилей являются (рис. 25):

– 3 **квартиля** (Q_1, Q_2, Q_3); они делят выборку на 4 равные части по численности группы;
– 9 **децилей** (D_1, D_2 и т.д.); они делят выборку на 10 частей;
– 99 **перцентилей** (P_1, P_2 и т.д.); они делят выборку на 100 равных частей.

Если при тестировании группы людей (например, в 12-минутном беговом тесте Купера) Q_1 = 2 км, то это означает, что одна четверть (25 %) участников за 12 минут пробежали менее 2 км. Если же D_9 равен 4 км, то ясно, что 90 % участников за 12 мин. пробежали менее 4 км, а 10 % сумели пробежать 4 км и более.

Заметьте, что 1-й квартиль равен двадцать пятому перцентилю ($Q_1 = D_{25}$), 9-й дециль – девяностому перцентилю ($D_9 = P_{90}$), 2-й квартиль (он, подобно медиане, разделяет выборку на две равные по численности части) равен пятому децилю и пятидесятому перцентилю ($Q_2 = D_5 = P_{50}$) и т.д.

Мерой изменчивости случайной величины может служить расстояние между квантилями. Если никакой изменчивости нет (то есть выборка состоит из одинаковых чисел), то все квантили равны и расстояние между ними равно нулю. В этом случае равны нулю и все остальные показатели вариативности.

Чем больше размах варьирования, тем больше величины квартилей, децилей и перцентилей. Хотя, строго говоря, это зависит и от закона распределения. Так, если в шутку придумать такое распределение, когда 99 % выборки – одинаковые числа, а 1 % – числа, значительно их превышающие, то 9 децилей и 99 процентилей будут равны друг другу, несмотря на значительный размах варьирования. Но это ситуация надуманная и в реальной жизни вряд ли встретится.

Строгих правил выбора показателя вариативности, основанного на квантилях, не существует. В некоторых руководствах (преимущественно, американских) советуют использовать «квартильный интервал», т.е. разницу между третьим и первым квартилями. Но «квартильный интервал» ничуть не лучше других квантильных интервалов. Выбор любого из них – дело вкуса и привычки.

Подходит к концу рассказ о показателях среднего значения (центральной тенденции) и вариативности. Это вовсе не означает, что рассмотрены все известные показатели. На самом деле их больше. Но с основными из них вы познакомились, большего и не требуется. Однако в полученных знаниях следует навести порядок.

Прежде всего заметим, что **показатели вариативности взаимосвязаны. То же самое можно сказать о показателях среднего значения.** В самом деле:

– между нижним (X_{min}) и верхним (X_{max}) лимитами укладывается 4 межквартильных, 10 междецильных и 100 межперцентильных интервалов;

– медиана (Me) совпадает со вторым квартилем (Q_2), пятым децилем (D_5) и пятидесятым процентилем (P_{50});

– при увеличении объёма выборки размах варьирования постепенно приближается к ушестерённому стандартному отклонению; именно на этом основано применение вспомогательного коэффициента *l* при ускоренном вычислении стандартного отклонения. Из номограммы видно, что при $n \to \infty$ коэффициент *l* (n) стремится к величине, несколько превышающей 6,0 (этот факт находится в полном соответствии со свойствами нормального распределения);

– при унимодальном (с одним максимумом) распределении (нормальном или хотя бы симметричном) среднее арифметическое, мода и медиана совпадают.

Но и это ещё не всё. Важнейшим элементом «арифметико – статистической» грамотности является правильное оформление результатов статистических расчётов. Так, нельзя написать, что средний результат в беге (табл. 8) равен $\overline{X}$ = 12,5 с. Следует написать: 12,5 ± 0,35 ($\overline{X} \pm s$) или 12,5 ± 0,08 ($\overline{X} \pm m$), указав объём выборки (n). В дальнейшем мы расскажем об этом подробнее.

2.2.2. Доверительный интервал и уровень значимости

Овладеть арифметикой здоровья – значит многому научиться и в том числе освоить два десятка статистических показателей. Но эти показатели не принесут никакой пользы, если не уметь правильно их интерпретировать.

Из вероятностного характера окружающего нас мира и из необходимости применять выборочный метод вытекает та особенность математико – статистических расчётов, что они не заканчиваются вычислением количественных показателей. По завершении вычислений нужно ещё объяснить, что означают полученные цифры. Изречение Козьмы Пруткова «не верь глазам своим» должно стать одной из заповедей знатока арифметической статистики.

Центральную роль в интерпретации результатов статистических расчётов играют **доверительный интервал** и **уровень значимости.** Знакомство с ними мы начнём на примере **среднего арифметического.**

Как уже было сказано, среднее арифметическое служит выборочной оценкой генеральной средней, или математического ожидания. Чем больше объём выборки, тем среднее арифметическое ближе к математическому ожиданию.

В действительности среднее арифметическое никогда не совпадает с математическим ожиданием. Для каждой генеральной совокупности (например, для всех детей 10 – летнего возраста, живущих в Москве) существует только одна величина математического ожидания массы тела. В то же время выборочных значений среднего арифметического может быть столько, сколько выборок исследовано. Однако на практике ситуация такова, что мы получаем, как правило, только одну выборочную среднюю и по её величине должны судить о генеральной средней (рис. 26).

Отсюда возникло понятие **о доверительном интервале** – таком интервале значений измеряемого показателя, в пределах которого с известной степенью вероятности (доверительной вероятности) находится генеральная средняя, или математическое ожидание.

Доверительная вероятность и уровень значимости (степень риска) в сумме составляют единицу. Если, например, доверительная вероятность 0,95, то уровень значимости 0,05 (5 %); если доверительная вероятность 0,99, то степень риска 1 % (0,01).

Степень риска (в статистике её обозначают в одних руководствах буквой р, в других – буквой α) характеризует вероятность того, что результаты расчётов ошибочны и истинная величина математико – статистического показателя (в данном случае – математического ожидания) остаётся за пределами доверительного интервала.

Если к статистическим расчётам относиться серьёзно, то и о риске ошибиться нужно говорить всерьёз, как о крупной неприятности. И в соответствии с этим выбирать уровень значимости получаемых результатов, то есть степень допустимого риска.

Здесь возможны простые житейские аналогии. Например, полетели бы вы на самолете, если бы риск попасть в аварию составлял 0,01, т.е. 1 %? Вряд ли в мирное время найдётся много таких смельчаков. А приняли бы вы участие в весёлом застолье с обильными возлияниями и неумеренной едой при таком же риске (1 %) обострения гипертонии, язвенной болезни или ишемической болезни сердца? Опыт показывает, что в этом случае энтузиастов будет больше.

Так и в статистике: уровень значимости (риск ошибиться) выбирается исходя из важности решаемой задачи и последствий ошибки. Когда речь идёт о здоровье и двигательном совершенстве человека, уровень значимости чаще всего выбирают равным 0,05 или 0,01. Если выборка очень мала и её нельзя увеличить, а также на предварительном этапе исследований пригодны уровни значимости 0,1 и 0,2. Однако если испытывается новое лекарство и оценивается риск нежелательных побочных явлений, уровень значимости не должен быть выше 0,01. Эти цифры: 0,2; 0,1; 0,05; 0,02; 0,01; 0,001 фигурируют здесь потому, что именно для таких значений уровня значимости составлено большинство статистических таблиц.

Выбирая уровень значимости равным 0,05, мы заранее соглашаемся с тем, что в пяти случаях из ста наши предсказания будут ошибочными. Это можно рассматривать как «вероятность катастрофы», которой, конечно же, хотелось бы избежать. Но тогда потребуются дополнительные затраты. Чтобы уменьшить степень риска и, например, от уровня значимости $p = 0{,}05$ перейти к $p = 0{,}01$, нужно повысить точность измерений или провести дополнительные исследования. Ничего не поделаешь: «без труда не вытащить и рыбку из пруда».

Результаты статистических расчётов тем ценнее, чем уже доверительный интервал. А он сужается по мере увеличения объёма выборки (числа измерений) и по мере уменьшения доверительной вероятности (рис. 27). Но здесь – «палка о двух концах». Уменьшая доверительную вероятность, мы увеличиваем степень риска.

Величина доверительного интервала для средней арифметической определяется по формуле:

$$\bar{X} - \frac{st(n,p)}{\sqrt{n}} < M < \bar{X} + \frac{st(n,p)}{\sqrt{n}}$$, из которой следует, что

1) ширина доверительного интервала обратно пропорциональна корню квадратному из объёма выборки (n);

2) ширина доверительного интервала прямо пропорциональна вариативности измеряемого показателя, оцениваемой по величине стандартного отклонения (s);

3) на ширину доверительного интервала влияет уровень значимости (p); это влияние опосредовано через t – критерий Стьюдента, величина которого табулирована (табл. I в Приложении).

Коэффициент t называют нормированным отклонением. Он равен отклонению от средней выборочного значения случайной величины, разделённому на стандартное отклонение: $t = (X_i - \bar{X})/s$.

Но коэффициент t может быть объяснён и несколько иначе: $t = (\bar{X} - M)/m$, где $\bar{X}$ – выборочная средняя, M – генеральная средняя (математическое ожидание). В знаменателе этой формулы – «стандартная ошибка среднего арифметического», уже встречавшаяся в предыдущем разделе. Возьмём на заметку, что $m = s/\sqrt{n}$, где s – выборочное стандартное отклонение.

Здесь зашифровано следующее утверждение: **средние арифметические выборок, взятых из одной и той же генеральной совокупности, варьируют относительно математического ожидания в n раз меньше, чем отдельные показатели в выборке.**

Представление о доверительном интервале трудно сделать своим достоянием, если не принять во внимание тот факт, что выборочные статистические показатели (среднее арифметическое, стандартное отклонение и т.д.) можно рассматривать в качестве случайных величин. С непривычки эта истина даётся нелегко. Помочь может рис. 28, где схематически изображены 3 уровня показателей: на первом, внизу – выборки случайных величин, получаемых в процессе измерения или тестирования; на втором, в середине, – выборочные оценки показателей центральной тенденции и вариативности и, наконец, на третьем, вверху – параметры, характеризующие генеральную совокупность (математическое ожидание и стандартное отклонение).

Из сказанного ясно, что может идти речь:

1) о доверительном интервале для значений случайной величины; вспомним, что при законе нормального распределения $\bar{X} \pm s$ 66 – процентный доверительный интервал, $\bar{X} \pm 2s$ – 95 – процентный, а $\bar{X} \pm 3s$ – 99 – процентный;

2) о доверительном интервале для вычисляемого статистического показателя – не только для среднего арифметического, но и для всех остальных (последнее важно взять на заметку, ибо пособия по математической статистике, как правило, учат находить доверительный интервал для среднего арифметического и умалчивают о том, что при определении стандартного отклонения и всех других статистических показателей тоже необходимо находить границы доверительного интервала).

Итак, определение доверительного интервала для среднего арифметического требует знания его выборочной оценки ($\bar{X}$), стандартной ошибки средней (m) и величины t – критерия Стъюдента, зависящей от объёма выборки n и уровня значимости p: $\bar{X} - t\,m \le M \le \bar{X} + t\,m$

Аналогичным образом можно найти границы доверительного интервала для других математико – статистических показателей. Можно вычислить:

– ошибку стандартного отклонения $m_s = s / \sqrt{2n}$

– ошибку коэффициента вариации $m_v = v / \sqrt{2n}$;

– ошибку медианы $m_{Me} = 1{,}25\ s / \sqrt{n}$.

В заключение приведём числовой пример. Воспользуемся цифрами из табл. 8 и найдём доверительные интервалы для среднего арифметического и стандартого отклонения. Вспомним, что при объёме выборки n = 20 средний результат 45-летнего мужчины в беге на 60 м оказался равным 12,5 с, а оценка стандартного отклонения s = 0,35 с. Выберем уровень значимости p = 0,05 и в табл. I Приложения найдём величину t – критерия Стьюдента для p = 0,05 и числа степеней свободы k = n – 1 = 19. Как видно, t = 2,09. Подставив эти цифры в формулу доверительного интервала, получим:

– левая граница доверительного интервала равна:

$$\overline{X} - s\ t / \sqrt{n} = 12{,}5 - 3{,}5 \cdot 2{,}09 /\ 4{,}47 = 12{,}5\ - 1{,}6 = 10{,}9\ c$$

– правая граница доверительного интервала равна:

$$\overline{X} + s\ t / \sqrt{n} = 12{,}5 + 3{,}5\ \cdot 2{,}09 / 4{,}47 = 12{,}5 + 1{,}6 = 14{,}1\ c$$

Итак, с вероятностью, равной 1 – p = 1 – 0,05 = 0,95, можно утверждать, что истинное значение среднего арифметического (или математическое ожидание) результата в беге на 60 м для данного человека не меньше 10,9 и не больше 14,1 с.

Продолжим расчёт и найдём левую и правую границы доверительного интервала для стандартного отклонения:

– левая граница:

$$s - m_s t = s - st / \sqrt{2n} = 3{,}5 - 3{,}5 \cdot 2{,}09 / 6{,}3 = 3{,}5 - 1{,}2 = 2{,}3\ c$$

– правая граница:

$$s + m_s t = s + st / \sqrt{2n} = 3{,}5 + 3{,}5 \cdot 2{,}09 / 6{,}3 = 3{,}5 + 1{,}2 = 4{,}7\,c$$

Таким образом, истинное значение стандартного отклонения в рассматриваемом примере находится в пределах от 2,3 до 4,7 с.

Подобным образом определяются доверительные интервалы и для других математико – статистических показателей, причём не только в одномерной, но и в многомерной статистике, о которой пойдёт речь в следующем разделе.

2.3. Основы многомерной статистики

В повседневной жизни встречаются и **одномерные,** и **многомерные** ситуации. Различить их нетрудно. Поезд идёт по рельсам и не может от них оторваться. Его путь одномерен. Местонахождение поезда, движущегося по определённому маршруту, характеризуется одним числом. Если проводить измерения много раз, то получим один числовой ряд. Его обработка относится к одномерной статистике. Так же, как анализ числовых рядов, несущих информацию о массе тела, температуре, частоте пульса, физической работоспособности и других показателях (если каждый из них рассматривается отдельно, в отрыве от других).

Теплоход плывёт по воде, а самолёт летит по воздуху. Местонахождение теплохода определяется двумя числами (координатами), а самолёта – тремя. При многократном измерении этих координат возникают, соответственно, два или три связанных числовых ряда. Для их анализа нужны методы многомерной статистики. Так же, как для анализа любых показателей, характеризующих состояние здоровья (если они рассматриваются совместно).

В предыдущем разделе мы не случайно подробно остановились на одномерных методах. Они проще и являются фундаментом математической статистики. На этом фундаменте возвышается здание многомерного анализа, арсенал и возможности которого значительно богаче, чем у одномерных методов.

Своеобразие **многомерных статистических методов** проявляется уже в **форме представления исходных данных,** предназначаемых для статистической обработки. Если одномерная статистика оперирует с одним числовым рядом, то многомерная – с матрицей, объединяющей два или несколько числовых рядов. Причём двумерную и даже трехмерную матрицу ещё можно представить в форме наглядной таблицы. Но, начиная с четырехмерных задач, человеческая интуиция становится неэффективной, и приходится полагаться, в основном, на вычисления по формулам и мощь компьютеров (тем более что они становятся всё доступнее, а стандартные пакеты математико – статистических программ – всё совершеннее).

Вторая отличительная особенность многомерных методов – их **трудоёмкость.** Это не означает, что все они требуют громоздких вычислений. Из всякого правила есть исключения; и этим исключениям мы уделим особое внимание, поскольку здесь возможна общедоступная, «ручная» обработка данных. Но в большинстве случаев многомерные статистические расчёты трудоёмки и лучше всего проводить их на компьютерах.

И при ручной, и при компьютерной обработке первый вопрос, на который нужно ответить, – это вопрос о размерности матрицы исходных данных. Например, в матрице с размерностью 2 х 30 содержится 2 числовых ряда по 30 чисел в каждом. Такая матрица получится, например, если состояние здоровья 30 человек проверили двумя разными тестами.

Следующий вопрос – к какой из двух групп многомерных статистических методов относится решаемая задача: к анализу **сходства** (взаимосвязей) или к анализу **различий** (рис. 29). <u>К первой</u> группе принадлежат методы регрессионного и корреляционного анализа, а <u>ко второй</u> – метод дискриминантного анализа. Дисперсионный анализ и факторный анализ занимают промежуточное положение и применяются как в том, так и в другом случае. Такое многообразие методов многомерной статистики объясняется не только обилием многомерных задач, но и тем, что ни один из этих методов не универсален. Различные методы придуманы для решения разных практических задач. И применять каждый из них нужно в соответствии с его предназначением.

При всём многообразии многомерных статистических методов у них много общего. Отсюда – многочисленные переплетения:

– некоторые задачи корреляционного анализа решаются дисперсионными методами;

– коэффициенты регрессии и корреляции взаимосвязаны;

– факторный анализ есть логическое продолжение идей корреляционного анализа и т.д.

Общность проявляется и в приёмах оформления получаемых результатов. В многомерном анализе, как и в одномерном, не останавливаются на вычислении статистических показателей и определяют для каждого из них доверительный интервал и уровень значимости

2.3.1. Регрессионный анализ

Многомерные статистические методы могут показаться весьма громоздкими. Но все они – из области **арифметической** статистики, ибо для их практического применения достаточно знать несколько несложных правил и владеть сложением, вычитанием, умножением и делением. Это видно особенно отчётливо, когда знакомишься с **регрессионным анализом,** который при всём желании нельзя назвать простым (ибо он глубок, необозрим и имеет бесчисленные продолжения и приложения), но который, несомненно, лидирует среди многомерных методов по прозрачности и наглядности. Его отличает ещё одна черта: более всех других статистических методов регрессионный анализ пригоден не только для изучения уже свершившихся событий, но и для предсказания будущего, для прогнозирования тех значений случайной величины, которые она принимает за пределами области, исследованной экспериментально.

В переводе с английского regression означает регресс, упадок. Поэтому термин **регрессионный анализ,** строго говоря, некорректен. Этим методом удобно исследовать и те многочисленные ситуации, в которых наблюдается прогресс, рост одной величины при изменении другой.

Например, одна из классических задач регрессионного анализа – изучение зависимости между весом и ростом человека. Очевидно, что при увеличении роста вес увеличивается. Но на сколько килограммов увеличится вес, если рост увеличится на один сантиметр? Ответ на такой вопрос можно получить с помощью регрессионного анализа.

Этот ответ, с привычной точки зрения, не совсем обычен. В нём обязательно присутствует элемент неопределённости, что естественно только для человека, уже освоившего вероятностный стиль мышления. Так, мы не имеем права утверждать, что *вес возрастает на 1,14 кг при увеличении роста на 1 см,* хотя, может быть, и располагаем такими экспериментальными данными (рис. 30). Но можем сказать, что вес возрастает в среднем на 1,14 кг при увеличении роста на 1 см.

Это *в среднем* – «гвоздь программы», ибо тем самым предполагается, что от среднего уровня возможны отклонения и вверх, и вниз. Такие отклонения вполне объяснимы: вес тела у человека зависит не только от роста, но и от конституции. Невысокий, но тучный человек (вспомните Бальзака!) может весить больше высокого, но худощавого (у которого, как шутили друзья о Д. Ландау, вместо телосложения – теловычитание).

Графики, подобные изображённому на рис. 30 А, называют **корреляционными полями.** Корреляционное поле построить очень просто, если иметь два связанных числовых ряда (в данном случае – ряд значений роста и ряд значений веса тела). Каждая точка на корреляционном поле – это результат измерения обоих показателей у одного человека. Точек столько, сколько было испытуемых. Иначе говоря, число точек на корреляционном поле равно объёму выборки.

Примечание. Известны три разновидности связи между переменными: функциональная, корреляционная и регрессионная. При ***функциональной*** *связи корреляционное поле стягивается в линию, коэффициент корреляции между переменными равен единице и по значению одной переменной можно однозначно определить значение другой. Этот случай относится к алгебре, геометрии и тригонометрии и крайне редко встречается в реальной жизни и математической статистике.*

Пример **корреляционной** связи – на рис. 30 А. Здесь обе переменные – случайные величины, значения которых нельзя знать заранее.

И, наконец, при **регрессионной** связи значение одной переменной устанавливается на определённых уровнях, а другая переменная – случайная величина.

Имея в виду эту классификацию, легче разобраться в том новом, о чем сейчас пойдёт речь.

В итоге регрессионного анализа мы получаем **уравнение регрессии** и его графическое отображение – линию регрессии.

Линия регрессии – это график, показывающий, как изменяется среднее арифметическое значение случайной величины (зависимой переменной) при изменении независимой переменной. Кстати, то же самое можно сказать и об уравнении регрессии, где та же самая закономерность выражается не в наглядной графической, а в лаконичной аналитической форме.

Обычно (хотя и не обязательно) значения независимой переменной откладывают на горизонтальной оси (X), а значения зависимой переменной – на вертикальной оси (Y). Так, в предыдущем примере (см. рис. 30) рост – независимая переменная, а вес – зависимая. А в следующем примере (рис. 31) независимой переменной является мощность педалирования на велоэргометре, а зависимой – частота сердечных сокращений (ЧСС).

На обоих этих рисунках построены линии регрессии. В этом их сходство. Но есть между ними и существенное различие. График на рис. 30 соответствует так называемой корреляционной модели эксперимента, где и независимая, и зависимая переменные должны быть нормально распределёнными случайными величинами. Их значения заранее, до начала исследования не известны и во время исследования не программируются.

Схема эксперимента, приводящая к регрессионному анализу (или «регрессионная модель эксперимента»), несколько иная. Она состоит в том, что значения независимой переменной строго фиксируют, а зависимую переменную измеряют. Так, при изучении влияния велоэргометрической нагрузки на

ЧСС (см. рис. 31) величину нагрузки задают на двух или трёх заранее определённых уровнях.

В этом случае требования, предъявляемые к переменным, упрощаются. Только зависимая переменная (Y) должна иметь нормальное распределение. А к независимой переменной требования минимальные. Необходимо лишь, чтобы она измерялась по шкале отношений или интервалов, т.е. оценивалась ясной количественной мерой с определёнными единицами измерения.

Первоначальный результат регрессионного анализа (в его классической форме) выражается несколькими числовыми рядами, в каждом из которых – значения зависимой переменной, измеренные при одном из фиксированных значений независимой переменной. Например, если мощность педалирования на велоэргометре задавалась на трёх уровнях (см. рис. 31), то получим три ряда значений ЧСС, в каждом из которых столько чисел, сколько было попыток.

Имея ряды чисел (в данном случае – ряды значений ЧСС при определённом уровне физической нагрузки), легко вычислить средние арифметические значения, стандартные отклонения и доверительные интервалы. Делается это точно так же, как и при анализе числовых рядов в одномерной статистике.

Вычисленные средние арифметические значения отмечают на графике и соединяют между собой. Полученная таким образом линия является **линией регрессии.**

Регрессионный анализ более всего полезен в двух случаях:

1) когда нужно узнать, как в среднем изменяется зависимая переменная (в нашем примере ЧСС) при изменении независимой переменной;

2) когда нужно предсказать величину зависимой переменной при определённом значении независимой переменной.

<u>Регрессионный анализ – основной статистический метод прогнозирования будущего</u>. Но ценность его как инструмента предсказания только тогда высока, когда разброс экспериментальных точек относительно линии регрессии невелик. Взгля-

ните ещё раз на рис. 31 и попытайтесь ответить на вопрос: чему равна ЧСС при нагрузке, равной, например, 250 Вт. Отвечая на этот вопрос, придётся указать величину доверительного интервала. Чем она меньше, тем определённее ответ и точнее предсказание.

При регрессионной модели эксперимента легко построить линию регрессии. Несколько сложнее это сделать при корреляционной модели, когда точки корреляционного поля разбросаны в беспорядке (см., например, рис. 30).

Известно несколько способов. Наиболее точный из них – расчёт коэффициентов уравнения регрессии по формулам, позволяющим минимизировать суммарное квадратичное отклонение (по вертикали) экспериментальных точек от линии регрессии. Формулы эти можно найти в любом учебнике по математической статистике, но они сложны и ручные вычисления по ним трудоёмки. Поэтому пользуются компьютерами со стандартными пакетами программ.

Однако, если рядом нет компьютера, а расчёт нужно сделать срочно, можно воспользоваться более простыми способами – например, способом **«скользящей средней».** На рис. 32 – два одинаковых корреляционных поля. Слева линия регрессии построена на компьютере (использовался пакет программ «Statgraphics»), т.е. расчёты выполнены «по всем правилам». А справа показано, как ту же линию регрессии можно построить приближённо, по способу «скользящей средней». Для этого горизонтальную ось графика разбивают на пересекающиеся интервалы, в каждом из которых вычисляют среднее арифметическое значение ординат точек, попавших в этот интервал (номера интервалов показаны римскими цифрами). Здесь важно, что каждый интервал содержит точки, одновременно входящие и в предыдущий, и в последующий интервалы. Это, однако, не относится к крайним интервалам (первому и последнему), чем объясняется возможное несовпадение приближённой линии (см. рис. 32, справа) и точной (см. рис. 32, слева) в начале и в конце графика.

Наряду с выявлением тенденции и прогнозированием, есть ещё одно полезное применение регрессионного анализа, которое, к сожалению, не всем известно. Речь идёт **о методе регрессионных остатков.** Регрессионным остатком называется отклонение точки на корреляционном поле от линии регрессии, взятое по оси ординат (т.е. по вертикали). Мы уже говорили о том, что пользы от регрессионного анализа тем больше, чем ближе экспериментальные точки к линии регрессии, или, иначе говоря, чем меньше регрессионные остатки.

У каждой точки корреляционного поля – свой регрессионный остаток. Это даёт возможность под каждым корреляционным полем нарисовать ещё одну картинку, которую можно назвать «полем регрессионных остатков» (см. рис. 30 Б). Такая картинка весьма полезна, и, чтобы убедиться в этом, приведём два примера.

Прежде всего, попытаемся догадаться, почему не все точки корреляционного поля на рис. 30 лежат на линии регрессии (если бы это было так, то все регрессионные остатки были бы равны нулю). Ведь, казалось бы, вес тела прямо зависит от роста. Так почему же регрессионные остатки в этом примере отличны от нуля?

Дело в том, что, как уже говорилось, на вес тела влияют различные факторы и, прежде всего, – комплекция. Не видя людей, рост и вес которых обозначены на рис. 30, можно с уверенностью сказать, что те из них, чьи точки находятся высоко над линией регрессии (с большим положительным регрессионным остатком), имеют избыточный вес, а те, чьи точки расположены низко под линией регрессии (с большим отрицательным регрессионным остатком), отличаются худобой.

Возникает вопрос: нельзя ли использовать метод регрессионных остатков для оценки тех свойств человека, которые по тем или иным причинам не удаётся прямо измерить? Например, ловкость, техническое и тактическое мастерство. – Оказывается, можно, и такие подходы весьма полезны для практики. Так, на рис. 33 показано, как оценивалась техника владения мячом у футболистов. Эффективность метода регрессионных остатков при решении этой и ей подобных задач значительно выше, чем когда техничность движений оценивают визуально, «на глаз».

Техничность двигательных действий оценивают следующим образом. Человеку, которого проверяют, предлагают без мяча пробежать между стойками (получается бег «змейкой»), и полученный результат (затраченное время) откладывают на горизонтальной оси (см. рис. 33). Затем измеряют время пробега той же дистанции, но уже с мячом, и полученный результат откладывают на вертикальной оси. После того как корреляционное поле готово, рассчитывают коэффициенты уравнения регрессии и строят линию регрессии. А затем уже вычисляют регрессионные остатки и при необходимости строят «поле регрессионных остатков».

Область применения метода регрессионных остатков чрезвычайно широка. Например, можно ли количественно оценить смелость, выдержку? Можно, если оценивать результат выполнения какого-то задания дважды: в комфортных условиях и в стрессовой ситуации, требующей немалого самообладания. Проделав те же построения и вычисления, что и в предыдущем примере, получим величины регрессионных остатков. Положительная величина регрессионного остатка будет свидетельствовать о том, что данный человек отличается повышенной храбростью и самообладанием по сравнению со средним уровнем тех людей, которые участвовали в тестировании.

Подчёркнутое очень важно. Особенность метода регрессионных остатков состоит в том, что получаемые с его помощью оценки не абсолютны, а «привязаны» к среднему уровню. Например, к среднему уровню некоторой группы людей: учебной группы, спортивной команды и т.п.

2.3.2. Корреляционный и дисперсионный анализ

Теория корреляции (от англ. correlation – связь, соотношение) занимается изучением взаимосвязи переменных. В основе корреляционного анализа лежит предположение о том, что если две переменные (X и Y) связаны между собой, то изменение одной из них закономерно приводит к изменению другой. Например, существует связь между длиной и весом тела, количеством потребляемого алкоголя и физической работоспособностью, уровнем двигательной активности и заболеваемостью.

Количественной мерой тесноты связи между переменными служит **коэффициент корреляции** (r), величина которого тем больше, чем теснее связь. Чтобы разобраться в этом, взгляните ещё раз на рис. 30 (вверху), представляющий собой корреляционное поле двух переменных: роста (X) и веса тела (Y). Точки на этом корреляционном поле соответствуют результатам измерения обеих переменных у одних и тех же людей и образуют «эллипс рассеяния», который определённым образом ориентирован. В данном случае вес тела тем больше, чем, в среднем, больше длина тела.

Величина коэффициента корреляции всегда лежит в пределах от (–1) до (+1); эту истину можно записать короче: $-1 \leq r \leq 1$. Если корреляционная связь положительная ($r > 0$), то при увеличении независимой переменной (X) зависимая переменная (Y) увеличивается. При отрицательной взаимосвязи ($r < 0$) зависимая и независимая переменные изменяются разнонаправлено. Например, чем больше алкогольных напитков потребляет человек, тем ниже его работоспособность.

Изменение тесноты связи и, следовательно, величины коэффициента корреляции отражается на ориентации и форме «**эллипса рассеяния**». И, наоборот, по виду «эллипса рассеяния» можно приближённо определить величину коэффициента корреляции (рис. 34).

Обычно коэффициент корреляции вычисляют по формулам. Эти расчёты осуществляют либо вручную (что весьма трудоёмко!), либо на компьютере. Однако, можно обойтись и без формул, если, конечно, не требуется высокой точности. В этом случае *величину коэффициента корреляции оценивают по виду корреляционного поля* (см. рис. 34). Такую приближённую оценку можно усовершенствовать следующим образом. Вокруг «эллипса рассеяния» нужно мысленно описать окружность, диаметр которой равен длинной оси эллипса (при этом весь эллипс окажется внутри круга). Величина коэффициента корреляции приближённо равна единице минус отношение площади «эллипса рассеяния» к площади круга. Чем уже эллипс рассеяния, т.е. чем ближе точки корреляционного поля к линии регрессии, тем больше коэффициент корреляции. При этом знак коэффициента корреляции (положительный или отрицательный) зависит от ориентации «эллипса рассеяния».

Разумеется, этим способом можно пользоваться не всегда, а лишь при следующих условиях:

1) если «эллипс рассеяния» не вырожден в горизонтальную или вертикальную линию (что само по себе свидетельствует об отсутствии связи между переменными; например, погода не зависит от объёма и эффективности оздоровительных мероприятий);

2) если пренебречь рафинированной математической строгостью; (**это единственный путь к «математической статистике для всех»**: ведь нельзя же ото всех требовать высокой математической подготовленности, и небольшие погрешности – вполне приемлемая плата за популяризацию математико – статистических методов).

Точность определения величины коэффициента корреляции приходит с опытом. Поэтому на первых порах полезно тренироваться в оценке коэффициента корреляции «на глаз» и, вместе с тем, проводить точные вычисления по формулам.

Постепенно выработается интуиция, отличающая специалиста от дилетанта. Это особенно важно в век компьютеров. Ибо компьютеры считают быстро и точно, но «безмозгло», не входя в суть вопроса. И, если компьютеру слепо доверять, то не обойдётся без курьёзов. Поэтому правильный путь состоит в том, чтобы представить себе возможный результат интуитивно и затем уточнить его на компьютере.

Приступая к вычислению коэффициента корреляции, надо выбрать расчётную формулу. Известно более десяти разных коэффициентов корреляции, из которых мы познакомимся с четырьмя. Для того чтобы выбрать один из них, необходимо:

1) установить, по каким шкалам измеряются переменные (X и Y);

2) определить, линейна или нелинейна связь между X и Y;

3) проверить, соответствуют ли распределения X и Y закону нормального распределения.

Рис. 35 помогает освоить алгоритм выбора коэффициента корреляции. Если измерения выполнены по шкале наименований или по шкале порядка, то на выбор коэффициента корреляции не влияет ни вид зависимости, ни закон распределения. А вот при использовании шкалы отношений ситуация более сложная: при нелинейном характере взаимосвязи между переменными, независимо от закона распределения, выбор падает на нелинейный коэффициент корреляции (корреляционное отношение). Если же связь линейна и обе переменные распределены по нормальному закону, то следует применять линейный коэффициент корреляции Пирсона («Бравэ-Пирсона»).

Не вполне ясный случай – линейная взаимосвязь при законе распределения, отличающемся от нормального. Например, если обе переменные распределены хотя и не нормально, но одинаково, то линейность взаимосвязи между ними обычно не нарушается. Но трудно сказать, сколь велика будет ошибка при использовании здесь линейного коэффициента корреляции Пирсона.

В этом и других сомнительных случаях можно рекомендовать расчёт коэффициента корреляции по формуле корреляционного отношения. Она сложнее, зато универсальнее.

По сложности расчётов **формулы, применяемые для вычисления коэффициента корреляции,** можно ранжировать следующим образом:

1) ранговый коэффициент корреляции **Спирмена** (самый простой);

2) линейный коэффициент **Пирсона** (а также близкий к нему по идее тетрахорический коэффициент корреляции);

3) нелинейный коэффициент корреляции, или **корреляционное отношение.**

Рассмотрим процедуру вычисления каждого из них, начиная с самого простого – **рангового коэффициента корреляции Спирмена.** Причём для усложнения задачи выберем такой пример, в котором один показатель измеряется по шкале отношений, а другой – по шкале порядка. В подобных случаях первый из них приходится ранжировать и тем самым переводить из шкалы отношений в шкалу порядка.

А затем следует воспользоваться формулой:

$$\rho = 1 - 6\,\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i^{\,2}}{n^3 - n} = 1 - 6\,\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i^{\,2}}{n\,(n^2 - 1)}$$

где n – число объектов исследования (например, число испытуемых) и, следовательно, – число пар измеренных показателей; d – разность между рангами первого и второго показателей у каждого из испытуемых.

Приведём пример, экспериментальный материал для которого получен при контроле над шестнадцатью 50-летними мужчинами, занимавшимися оздоровительной физкультурой. У каждого из них замерены два показателя: физическая работоспособность в 12-минутном тесте Купера (X) и место, занятое на контрольных соревнованиях (Y). Исходные данные и результаты промежуточных расчётов представлены в табл. 10.

Таблица 10.

Расчёт рангового коэффициента корреляции

№ п\п	Результат в тесте		Место на соревнованиях Y	Разница рангов (d)	d^2
	X	ранг			
1	1730	10	11	-1	1
2	2580	2	2	0	0
3	1420	14	12	2	4
4	2360	4	5	-1	1
5	2490	3	1	2	4
6	1510	13	15	-2	4
7	2280	6	9	-3	9
8	1600	12	13	-1	1
9	1950	9	6	3	9
10	2030	8	7	1	1
11	2640	1	3	-2	4
12	1400	15	14	1	1
13	2060	7	8	-1	1
14	1650	11	10	1	1
15	1160	16	16	0	0
16	2340	5	4	1	1

Таким образом, сумма $d^2 = 42$; следовательно, ранговый коэффициент корреляции:

$$\rho = 1 - 6\frac{42}{16 \cdot 255} \approx 0{,}94\,.$$

Следующий по сложности – **линейный коэффициент корреляции Пирсона.** Воспользуемся «игрушечным», но зато наглядным примером. Исходные цифры, форма расчётной таблицы и промежуточные результаты представлены в табл. 11, а корреляционное поле – на рис. 36. Вычисления ведутся по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{n\ \sigma_X \sigma_Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2\ \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \overline{Y})^2}}\,.$$

Подставляя в эту формулу величины сумм из нижней строки табл. 11, получим:

$$r = \frac{18}{\sqrt{22 \cdot 22}} \approx 0{,}82 .$$

Таблица 11.

Пример таблицы, заполняемой при вычислении линейного коэффициента корреляции

I	X_i	Y_i	$X_i - \overline{X}$	$(X_i - \overline{X})^2$	$Y_i - \overline{Y}$	$(Y_i - \overline{Y})^2$	$(X_i - \overline{X})\cdot(Y_i - \overline{Y})$
1	3	15	-1	1	1	1	-1
2	5	13	1	1	-1	1	1
3	1	11	-3	9	-3	9	9
4	5	15	1	1	1	1	1
5	7	17	3	9	3	9	9
n = 6	3	13	-1	1	-1	1	-1
Сумма	24	84		22		22	18

Числитель и знаменатель формулы линейного коэффициента корреляции выполняют разную роль. Знаменатель подобран так, чтобы величина коэффициента корреляции ни при каких обстоятельствах не выходила за пределы ± 1, а при максимальной положительной (или отрицательной) связи между переменными равнялась + 1 или – 1. Мерой связи служит числитель.

Он представляет собой сумму, каждое слагаемое которой суть произведение двух отклонений от среднего: отклонения по горизонтали $(X_i - \overline{X})$ и отклонения по вертикали $(Y_i - \overline{Y})$. Тем самым коэффициент корреляции не зависит от средних величин коррелируемых показателей. Всё дело в отклонениях от средних арифметических.

Каждая точка корреляционного поля может иметь либо однонаправленные отклонения (оба положительные или оба отрицательные), либо разнонаправленные (одно положительное, а другое отрицательное) – см. рис. 36, справа.

Знак коэффициента корреляции зависит от того, каких отклонений больше – однонаправленных или разнонаправленных. Если однонаправленных – то корреляция положительная ($r > 0$), а если разнонаправленных – то отрицательная ($r < 0$). Если же и тех, и других примерно поровну, то коэффициент корреляции близок к нулю.

Величина коэффициента корреляции определяется тем, насколько «дружно» варьируют (колеблются) переменные. Если и горизонтальные, и вертикальные отклонения велики, то их произведения тоже велики и к числителю добавляются весомые слагаемые. Если же хотя бы одно из отклонений мало, то и их произведение мало и величина прибавляемого к числителю слагаемого несущественна.

Числитель формулы, по которой рассчитывают линейный коэффициент корреляции, имеет своё название – **коэффициент ковариации** (т.е. совместной вариации). Когда ковариация переменных X и Y предельно высока, т.е. они варьируют «так дружно, что дальше некуда», корреляционное поле принимает вид прямой линии, наклоненной под углом 45^0. Тогда и коэффициент корреляции имеет наибольшее значение.

В этом случае наибольшей величины достигает и коэффициент линейной регрессии (b), причем регрессия У на X становится равной регрессии X на У ($b_{Y/X} = b_{X/Y}$).

<u>Полезное замечание</u> На корреляционном поле можно провести 2 линии регрессии и для каждой из них вычислить свой коэффициент регрессии. Это становится очевидным, если нанести корреляционное поле на прозрачную бумагу и посмотреть на него сначала с лицевой, а затем с обратной стороны. Причём во втором случае рисунок надо повернуть так, чтобы горизонтальная и вертикальная оси (независимая и зависимая переменные) поменялись местами. Интересно, что величина коэффициента корреляции нечуствительна к этой процедуре, поскольку

$$r = \sqrt{b_{y/x} \cdot b_{x/y}}$$

Итак, мы вычислили коэффициенты корреляции: в одном случае ранговый коэффициент корреляции $\rho = 0{,}94$, а в другом линейный коэффициент корреляции $r = 0{,}82$. Но зададим странный, на первый взгляд, вопрос: можно ли верить этим цифрам? – Это вопрос далеко не праздный.

Получить ответ на него можно двумя путями: с помощью таблицы (табл. II и III в Приложении) или с помощью номограммы (рис. 37). Таблицей пользуются гораздо чаще, но при этом нередко делают ошибку, связанную с одним весьма распространённым заблуждением.

Поясним, о чём речь. Для этого сравним каждый из найденных коэффициентов корреляции с критическим значением, ниже которого – зона недостоверных, а выше – зона достоверных значений коэффициента корреляции. Для объёма выборки (числа парных измерений) $n = 16$ и уровня значимости $p = 0{,}01$ критическое значение рангового коэффициента корреляции $\rho_{кр} = 0{,}64$ (табл. II в Приложении).

Вычисленный выборочный коэффициент больше критического значения ($\rho = 0{,}94 > \rho_{кр} = 0{,}64$) и, следовательно, является значимым при $p = 0{,}01$. Но в каком смысле?

Заблуждение, о котором идёт речь, состоит в том, что 9 из 10 специалистов скажут, что значима сама величина выборочного коэффициента корреляции, т.е. что истинное его значение действительно равно 0,94. Но, к сожалению, это не так: истинное значение коэффициента корреляции (как и всех других статистических показателей!), как правило, не совпадает с его выборочным значением. И в обсуждаемом примере можно утверждать только, что истинное значение коэффициента корреляции статистически значимо отличается от нуля.

Запомним это правило как очень важное. Тот факт, что экспериментально найденное, выборочное значение коэффициента корреляции больше критического, свидетельствует лишь о том, что истинное значение коэффициента корреляции не равно нулю. И, следовательно, между коррелируемыми показателями существует какая-то взаимосвязь, степень которой в точности неизвестна. Но и в этом можно быть уверенным не на 100 %, а на величину доверительной вероятности, которая равна 1 – p, где p – уровень значимости. (В нашем примере доверительная вероятность равна 1 – 0,01 = 0,99, или 99 %).

Теперь повторим те же рассуждения применительно к линейному коэффициенту корреляции. Для шести парных измерений (n = 6) и уровня значимости p = 0,05 критическое значение линейного коэффициента корреляции $r_{кр}$ = 0,81 (табл. III в Приложении). Выборочное значение больше критического: r = 0,82 > $r_{кр}$ = 0,81. Следовательно, с 95 – процентной уверенностью можно утверждать, что истинное значение коэффициента корреляции не равно нулю. И только! Нет никаких оснований полагать, что истинный коэффициент корреляции равен его выборочному значению, полученному путём эксперимента и последующего расчёта.

Кстати, подобная ситуация уже встречалась, когда рассказ шёл о доверительном интервале для среднего арифметического. В корреляционном анализе та же картина: полученный в исследованиях выборочный коэффициент корреляции не равен его истинному значению, а лишь помогает найти границы доверительного интервала, внутри которого находится истинный коэффициент корреляции.

Как же найти границы доверительного интервала? Известны два способа:

1) **расчётный,** с помощью прямого и обратного z-преобразования; этот способ более точен, но трудоёмок, и мы избавим от него читателя (при желании описание z-преобразования можно найти в любом пособии по математической статистике);

2) с помощью **номограммы** (см. рис. 37), пользоваться которой легко и удобно; покажем, как это делается.

Используем одну за другой обе номограммы – для уровня значимости p = 0,01 и p = 0,05. Найдём на горизонтальной оси первой номограммы выборочное значение коэффициента корреляции (r = 0,82). Мысленно проведём от этой цифры вверх вертикальную линию и заметим, в каких точках она пересекается с двумя линиями номограммы, которые соответствуют объёму выборки (в данном случае n = 6). От этих точек мысленно проведём две горизонтальные линии до пересечения с вертикальной осью. Нижняя из них укажет нижнее значение доверительного интервала (– 0,14), а верхняя – его верхнее значение (0,99). Таким образом, в рассматриваемом примере доверительный интервал при уровне значимости p = 0,01 лежит в пределах: $-0{,}14 < r_{ист} < 0{,}99$. А при уровне значимости p = 0,05 (найдите доверительный интервал самостоятельно и сравните с правильным ответом!): $0{,}25 < r_{ист} < 0{,}97$.

Теперь понятно, что номограмма богаче информацией, чем таблица критических значений. Например, вернёмся к табл. III. При p = 0,01 и n = 6 линейный коэффициент корреляции меньше критического значения: $r = 0{,}82 < r_{кр} = 0{,}92$. Стало быть, истинное значение коэффициента корреляции может быть равно нулю. Номограмма (см. рис. 37) тоже показывает, что нулевое значение коэффициента корреляции в этом случае лежит в пределах доверительного интервала. Но, кроме того, она даёт возможность определить его границы.

Освоив ранговый и линейный коэффициенты корреляции, Вы сумеете грамотно оценить степень взаимосвязи в 70 – 80 % всех возможных ситуаций. Но встречаются ситуации, когда эти коэффициенты не годятся (см. рис. 35):

1) если коррелируемые показатели не поддаются измерению и лишь учитываются по шкале наименований; тогда применяется тетрахорический коэффициент корреляции;

2) если коррелируемые показатели измеряются по шкале отношений или по шкале интервалов, но связь между ними не линейна; в этом случае придётся использовать нелинейный коэффициент корреляции.

Тетрахорический коэффициент корреляции (T_4) очень похож на линейный коэффициент корреляции Пирсона. Разница лишь в том, что линейный коэффициент корреляции подсчитывается для измеряемых показателей, которые могут принимать различные значения, а тетрахорический – для «бинарных» показателей, имеющих только по два значения (есть – нет, белый – чёрный, хорошо – плохо, выиграл – проиграл и т.п.). Об этом ограничении говорит само название тетрахорического коэффициента (от греч. tetra – четыре). Поскольку каждая из двух переменных определена на двух уровнях, то возможны четыре комбинации (например, тренировался – выиграл, тренировался – проиграл, не тренировался – выиграл, не тренировался – проиграл).

Сходство двух коэффициентов корреляции (T_4 и r) подтверждается видом корреляционных полей (сравните рис. 38 и рис. 36). Оно нашло отражение и в формуле тетрахорического коэффициента («коэффициента ассоциации»), которая была предложена Карлом Пирсоном в 1901 году. Числитель её определяет знак и величину коэффициента корреляции, а знаменатель нужен для того, чтобы коэффициент корреляции не мог быть больше единицы:

$$T_4 = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$$

где a, b, c, d – число случаев, когда встретилась каждая из возможных комбинаций; например:

a – занимался физкультурой и был здоров,
b – занимался и много болел,
c – не занимался и был здоров,
d – не занимался и много болел.

Для вычисления тетрахорического коэффициента корреляции рекомендуется помещать исходные данные и результаты промежуточных вычислений в таблицу, в центре которой четыре клетки. В них – цифры, равные числовым значениям a, b, c, d. Для примера вычислим тетрахорический коэффициент корреляции по данным, внесённым в табл. 12. За этими цифрами может скрываться житейская ситуация из тех, о которых здесь шла речь, или любая другая из области Ваших интересов.

Таблица 12.
Пример таблицы, заполняемой при расчёте тетрахорического коэффициента корреляции

X \ Y	Здоровые	Больные	Суммы
Занимающиеся	a = 70	b = 20	a + b = 90
Не занимающиеся	c = 15	d = 85	c + d = 100
Суммы	a + c = 85	b + d = 105	n = 190

Подставив цифры из табл. 12 в формулу тетрахорического коэффициента корреляции, получим:

$$T_4 = \frac{70 \cdot 85 - 20 \cdot 15}{\sqrt{90 \cdot 100 \cdot 85 \cdot 105}} = \frac{5950 - 300}{8962} = 0{,}63$$

Статистическая значимость тетрахорического коэффициента корреляции проверяется так же, как и значимость линейного коэффициента. Вам предоставляется возможность сделать это самостоятельно.

Сходство линейного и тетрахорического коэффициентов корреляции нашло отражение в ещё одной гениальной догадке К. Пирсона – **бисериальном** коэффициенте корреляции. Он применяется, когда один коррелируемый показатель распределён нормально, а другой может принимать только два значения: 0 или 1. Подробнее об этом можно узнать из специальной литературы.

Наряду с тетрахорическим, известен **полихорический** коэффициент корреляции. Он применяется в тех случаях, когда коррелируемые качественные показатели принимают не два, а несколько значений. Например:
1-й показатель: у занимающихся физкультурой в «группе здоровья», занимающихся самостоятельно, не занимающихся;
2-й показатель: у практически здоровых, часто болеющих простудными заболеваниями, имеющих сердечно-сосудистую патологию.

Нелинейный коэффициент корреляции необходим потому, что линейная зависимость не исчерпывает всех вариантов связи между переменными. В неживой и, особенно, в живой природе часто встречаются нелинейные зависимости. Из них наиболее распространены:

– **гиперболические,** в том числе: кривая Хилла (взаимосвязь предельных величин силы и скорости), закон Фитца (зависимость целевой точности от скорости движения), зависимость предельной продолжительности работы от её интенсивности; вообще, графики этого типа хорошо приспособлены для описания рекордных зависимостей;

– **параболические** (например, графики зависимости энергозатрат и частоты пульса от скорости передвижения).

Кроме того, реальная зависимость может не совпасть с каким-то стандартным типом, а быть более сложной.

Если переменные связаны между собой **нелинейно,** коэффициент корреляции нельзя вычислять по формуле Пирсона, так как она предназначена только для линейных зависимостей. Отступление от этого правила приводит к ошибкам, которые могут стать причиной неверных выводов, а в очевидных случаях вызывают улыбку. Например, совершив такую ошибку, нетрудно «доказать», что физическая работоспособность никак не зависит от времени, затрачиваемого на физические упражнения. Взгляните на рис. 39. Если не заниматься физкультурой совсем, работоспособность не будет высокой. Но круглосуточные упражнения, без отдыха выполняемые изо дня в день, очень быстро приведут человека в летальное состояние. Где-то между этими двумя крайними случаями находится оптимальная продолжительность нагрузки, обеспечивающая наивысшую работоспособность. Таким образом, в левой части обсуждаемой зависимости корреляция между переменными положительная (чем больше затрачено времени, тем выше работоспособность), а в правой части – отрицательная. Расчёт линейного коэффициента корреляции в данном случае даст «усреднённую» величину, близкую к нулю, то есть «что и требовалось доказать»: физические упражнения не влияют на работоспособность. Но всё дело в том, что такое «усреднение» напоминает состояние человека, ноги которого в печке, голова в холодильнике, а «в среднем» ему тепло. Для того чтобы не впадать в подобные софизмы, нужно степень нелинейной взаимосвязи определять по формуле нелинейного коэффициента корреляции, или корреляционного отношения.

Рассказывая о нелинейном коэффициенте корреляции, мы, по существу, входим в сферу дисперсионного анализа. Ибо рассмотренные до сих пор методы оценки корреляционной связи исходили из более простой идеи **соответствия линейных отклонений,** то есть чем больше величина одного показателя, тем больше (или меньше) величина другого и чем выраженнее эта зависимость, тем выше коэффициент корреляции.

Но, когда простая и очевидная пирсоновская идея о соответствии линейных отклонений «не срабатывает», на помощь приходит **идея соответствия дисперсий** выдвинутая другим гением математической статистики, Роналдом Фишером (1890 – 1962). Этот подход, на первый взгляд, гораздо труднее и в математическом отношении, и для понимания. Потому всё связанное с дисперсионным анализом обычно проходит мимо неискушенного читателя, сразу же «тонущего» в потоке формул, которые к тому же неодинаковы в разных пособиях, даже когда речь идёт о расчёте одного и того же показателя (например, нелинейного коэффициента корреляции).

Мы тоже будем вынуждены привести и формулы, и пример расчёта. Но сначала попытаемся объяснить суть метода, в котором на самом-то деле нет ничего сложного.

Поставьте на стол бокал с водой или шампанским (его Вы сможете выпить за здоровье автора, когда научитесь вычислять нелинейный коэффициент корреляции). Следите за поверхностью жидкости в бокале. Сейчас она неподвижна. Теперь начните непрерывно и несильно сотрясать стол. Жидкость в бокале заколебалась, не правда ли? Прекратите сотрясать стол – вновь гладкая поверхность. Налицо зависимость колебаний жидкости в бокале (обозначим их D_y) от колебаний стола (D_x). Без математики ясно, что коэффициент корреляции здесь близок к единице, так как состояние жидкости в бокале зависит только от одного фактора – от колебаний стола.

Но в жизни такая идеальная ситуация почти никогда не встречается. Всегда есть кто-то или что-то, вмешивающееся в идеальные причинно-следственные связи, какой-то внешний мешающий фактор (назовём его $D_{вн}$). Мы приблизимся к реальности, если представим себе, что бокал стоит на столике в поезде. Тогда колебания жидкости будут иметь место и без Вашего вмешательства, но с ним они увеличатся. Эффект в этом случае будет зависеть от двух причин, или, говоря научным языком, от двух факторов: $D_y = D_x + D_{вн}$

Теперь осталось придумать формулу для вычисления коэффициента корреляции. Очевидно, что искомая зависимость тем отчётливее (корреляция тем больше), чем меньше влияние мешающего фактора ($D_{вн}$), то есть чем меньше отношение $D_{вн}/D_y$. Или, что то же самое, – чем больше влияние основного фактора (D_x), т.е. чем больше отношение D_x/D_y.

Всё сказанное даёт возможность предложить два варианта формулы для расчёта нелинейного коэффициента корреляции:

$$1)\ \eta^2 = 1 - D_{вн}/D_y$$
$$2)\ \eta^2 = D_x/D_y$$

И в том, и в другом случае нелинейный коэффициент корреляции есть всегда положительная величина, которая может принимать значения от нуля до единицы:

$$0 \le \eta^2 \le 1.$$

Нелинейный коэффициент корреляции часто называют **корреляционным отношением дисперсий,** или просто – **корреляционным отношением.** Дело в том, что в практике математико – статистических расчётов эти простые формулы обрастают принципиально не существенными, но обязательными подробностями. Одна из них состоит в том, что мерой колеблемости эффекта и факторов служат их дисперсии, а точнее – результаты промежуточного этапа вычисления дисперсий (суммы квадратов отклонений от среднего значения).

Теперь перейдём от слов к делу и покажем на простом примере, как вычисляется корреляционное отношение. Исходные данные получены при исследовании зависимости частоты пульса от скорости бега. Эта зависимость, как известно, нелинейна и имеет вид квадратичной параболы: чем больше скорость, тем круче нарастает частота пульса (рис. 40).

Распределим роли на этом рисунке. В роли D_Y здесь выступает общая вариативность (в данном случае – вариативность частоты пульса – Y), оцениваемая величиной

$$\sum_i (Y_i - \overline{Y})^2$$

В роли D_X – межклассовая (межгрупповая, межиндивидуальная) **вариативность**

$$\sum_j a_j (\overline{Y}_j - \overline{Y})^2$$

Чтобы её вычислить, область определения независимой переменной (в данном случае скорости бега) разбивают на «классовые интервалы», в каждом из которых находят среднюю арифметическую $\overline{Y}_j$ (a_j – число точек в j-ом классе – см. рис. 40). И, наконец, **в роли мешающего, случайного фактора ($D_{вн}$) – внутриклассовая** (внутригрупповая, внутрииндивидуальная) **вариативность,** найти которую можно по формуле:

$$\sum_j \sum_1^a (Y_i - \overline{Y}_j)^2$$

Подобно другим коэффициентам корреляции, корреляционное отношение легче вычислять, если исходные и промежуточные данные оформить в виде таблицы.

Таблица 13.

Исходные данные для дисперсионного анализа (из рис. 40) и результаты предварительных вычислений

Результативный признак (ЧСС, 1/мин)						
j	Градации фактора (классы)					Суммы (по горизонтали)
	1	2	3	4	5	
	100	100	120	140	200	–
	90	110	150	160	160	–
	110	120	130	180	170	–
	100	130	150	140	200	–
	120	-	-	160	-	–
	-	-	-	180	-	–
a_i	5	4	4	6	4	n = 23
$\sum_1^a Y_i$	520	460	550	960	730	$\sum_i Y_i = 3220$
$(\sum_1^a Y_i)^2$	270400	211600	302500	921600	532900	–
$\frac{(\sum_1^a Y_i)^2}{a_j}$	54080	52900	75625	153600	133225	$\sum_j \frac{(\sum_1^a Y_i)^2}{a_j} = 469430$

Есть много способов составить таблицу для дисперсионного анализа. Первое, что приходит в голову, это привычная форма таблицы, в которой первичные данные стоят в столбцах, благодаря чему легко их суммировать, находить линейные и квадратичные отклонения. Верхняя часть табл. 13 так и составлена. Но нижняя её часть сделана нестандартно, ибо вычисления, осуществляемые в точности по приведённым выше формулам, чрезвычайно трудоёмки, сопряжены с почти неизбежными ошибками, и поэтому целесообразно пользоваться рабочими формулами. Они, по сути, те же, но быстрее дают окончательный результат:

$$D_y = \sum_i Y_i^2 - \frac{(\sum_i Y_i)^2}{n}; \quad D_x = \sum_j \frac{(\sum_1^a Y_i)^2}{a_j} - \frac{(\sum_i Y_i)^2}{n};$$

$$D_{вн} = \sum_i Y_i^2 - \sum_j \frac{(\sum_1^a Y_i)^2}{a_j}.$$

Принятые здесь знаки суммирования означают:

$\sum_i$ – суммирование ведётся по всей выборке (от i = 1 до i = n = 23);

$\sum_j$ – суммирование ведётся по всем классовым интервалам (от j = 1 до j = k = 5);

$\sum_1^a$ – суммируются все цифры в пределах одного класса

Заметьте, что и здесь сохраняется равенство:

$$D_у = D_х + D_{вн}.$$

Закончив расчёты, проверьте это равенство ещё раз. Оно сигнализирует об отсутствии арифметических ошибок.

В нижнюю часть таблицы помещаются промежуточные результаты, необходимые для расчётов по рабочим формулам. После чего производятся вычисления:

$D_y = 474000 - 3220^2/23 = 474000 - 450800 = 23200;$

$D_x = 469430 - 450800 = 18630;$

$D_{вн} = 474000 - 469430 = 4570$

Этого достаточно для определения корреляционного отношения:

$$\eta = \sqrt{D_x / D_y} = \sqrt{1 - D_{вн} / D_y} = \sqrt{0{,}803} = 0{,}896 \approx 0{,}90.$$

Следующий шаг – определение доверительного интервала для корреляционного отношения. Первое, что здесь надо сделать, это найти стандартную ошибку корреляционного отношения:

$$m_\eta = \frac{1-\eta^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-0{,}803}{\sqrt{23}} = 0{,}04$$

Доверительный интервал равен:

$\eta \pm \Delta\eta = \eta \pm m_\eta \cdot F_{st}(k,p)$, где F_{st} (k, p) – критическое значение критерия F – Фишера, величина которого зависит от уровня значимости (*p*) и числа степеней свободы. Все эти величины можно найти в итоговой таблице дисперсионного анализа (табл. 14). Подставив их в формулу, получим:

$$\eta \pm \Delta\eta = 0{,}90 \pm 0{,}04 \cdot 2{,}9 = 0{,}90 \pm 0{,}12.$$

Итак, истинное значение нелинейного коэффициента корреляции находится в пределах:

$$0{,}78 \leq \eta \leq 1{,}0 \text{ (при } p = 0{,}05).$$

<u>Дополнения и «подводные камни»</u> – так можно назвать эти последние страницы раздела, посвящённого корреляционному и дисперсионному анализу. Ибо всё главное уже сказано. И осталось «навести глянец» и попытаться уберечь Вас от типичных ошибок, рождаемых полузнанием.

Прежде всего, еще несколько слов о дисперсионном анализе. Взгляните на табл. 14.

Таблица 14.

Итоговая таблица дисперсионного анализа к примеру из рис. 40 и табл. 13

Источники вариации	Степени свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат (дисперсия)	Граничные значения критерия Фишера F_{st}		Критерий достоверности различий F-Фишера
				p = 5%	p = 1%	
Общая	n – 1 = 22	23200	1055	–	–	–
Межклассовая (факториальная	k – 1 = 4	18630	4657	2,9	4,6	18,3
Внутриклассовая (отсаточная)	n – k = 18	45700	254	–	–	1,0

В последнем её столбце осталось «ружье, которое ещё не выстрелило» – **критерий F – Фишера**, помогающий установить достоверность различия дисперсий. Его величина (в нашем примере 18,8) равна частному от деления межклассовой дисперсии на внутриклассовую (заметьте, речь идёт о дисперсиях, а не о суммах квадратов отклонений). Сравнивая F = 18,8 с граничными значениями для разных уровней значимости, видим, что 18,8 > 4,6. Следовательно, можно с 99-процентной вероятностью утверждать, что интересующий нас фактор (в данном случае скорость бега) влияет на результирующий показатель (ЧСС) сильнее, чем вся совокупность случайных, мешающих факторов.

Разумеется, этот вывод, да и весь наш пример – всего лишь учёба на подступах к серьёзным делам. Ибо дисперсионный анализ создан не только для того, чтобы вычислять нелинейный коэффициент корреляции. В следующей главе Вы увидите, как с его помощью проверяется надёжность теста в трудном случае, когда испытуемых мало и простые корреляционные методы не могут дать значимого результата. Но и это не главное.

Основное назначение дисперсионного анализа – обнаружение причинно-следственных связей между сложными и разнообразными явлениями. Причём при наличии лишь одного фактора (как в нашем примере) почти всегда можно обойтись без дисперсионного анализа. Так, приблизительно оценить величину коэффициента корреляции на рис. 40 можно и без вычислений, просто по виду корреляционного поля. А вот при нескольких факторах дисперсионный анализ незаменим и является единственным способом обнаружить влияние каждого фактора на результирующий признак и ранжировать факторы по степени влияния.

Однако есть у дисперсионного анализа 2 существенных недостатка: сложность вычислений, которая катастрофически растёт с увеличением числа факторов, и неконкретность выводов. Первый из этих недостатков легко устраняется благодаря вычислительной технике. Разумеется, необходимо уметь выполнить любой расчёт вручную: без этого не поймёшь сути метода и не сможешь грамотно озадачить компьютер, а затем объяснить полученные результаты.

Второй недостаток принципиально неустраним. Дисперсионный анализ «бьёт не точно в цель, а по площадям»; его можно сравнить с экскаватором, а не с лопатой или кисточкой археолога.

Теперь о «подводных камнях», или несколько рекомендаций из области математико – статистической техники безопасности. Они необходимы потому, что никто из нас не застрахован от ошибок, и всегда полезно «подстелить соломку» там, где совершаются типичные ошибки.

Совет первый: с ранговым и тетрахорическим коэффициентами корреляции можно поступать как угодно, но вычислять вручную линейный коэффициент корреляции и корреляционное отношение не следует, это надо делать на компьютере. Редко кому удаётся выполнить такие расчёты без ошибок. Не жалейте времени и всегда рассчитывайте оба коэффициента, даже если для работы нужен только один из них. Имея в руках и пирсоновский коэффициент корреляции (r), и корреляционное отношение (η), можно косвенно проверить правильность расчётов. Дело в том, что η всегда больше или равно r ($\eta \geq r$). Чем больше нелинейность изучаемой зависимости, тем больше разница между ними. А равенство $r = \eta$ имеет место только в том случае, когда связь линейная.

Примечание: Здесь есть ещё один «подводный камешек», который серьёзной опасности не представляет, но знать о нём нужно. Речь идёт о том, что всегда могут быть вычислены 2 нелинейных коэффициента корреляции: $\eta_{Y/X}$ и $\eta_{X/Y}$. Как правило, имеет смысл только наибольший из них ($\eta_{Y/X}$, где Y – зависимая, а X – независимая переменная). Второй коэффициент ($\eta_{X/Y}$) при нелинейной связи меньше, чем r. Но в большинстве практических задач он не имеет смысла, и на него не следует обращать внимания. Когда связь между Y и X линейная, все три коэффициента равны: $\eta_{y/x} = \eta_{x/y} = r$.

Совет второй: выбирая способ расчёта коэффициента корреляции, не следует останавливать свой выбор на линейном коэффициенте Пирсона (r), если в аналогичных задачах связь между такими же переменными была нелинейной. Мерой нелинейности связи может служить разность между квадратами корреляционного отношения и линейного коэффициента: $v = \eta^2 - r^2$. Критерием достоверности является отношение $t_v = v/m_v$, где выборочная ошибка показателя нелинейности

$$m_v = \frac{2\sqrt{v - v^2(2-\eta^2 - r^2)}}{\sqrt{n}}$$

Применим эти знания. Для рассмотренного выше примера (где корреляционное отношение $\eta = 0{,}90$) был вычислен линейный коэффициент корреляции: $r = 0{,}88$. Займёмся арифметикой: $v = 0{,}81 - 0{,}77 = 0{,}04$. Выборочная ошибка

$$m_v = \frac{2\sqrt{0{,}04 - 0{,}0016(2 - 0{,}81 - 0{,}77)}}{\sqrt{23}} = 0{,}08$$

t – критерий равен $t_v = 0{,}08/0{,}08 = 1{,}0$. По таблице граничных значений t – критерия Стъюдента (см. табл. 12) для числа степеней свободы $k = n - 2 = 21$ найдём, что при любом уровне значимости (p) расчётная величина t – критерия меньше граничного значения. Следовательно, связь между переменными в данном примере практически прямолинейная.

Совет третий: выборочные данные необходимо проверять на нормальность распределения. Опыт показывает, что нежелание или неумение это делать приводит к не меньшему числу досадных ошибок и нелепых рекомендаций, чем использование линейных методов в нелинейных задачах. Так, при вычислении линейного коэффициента корреляции неудачное сочетание распределений одной и другой переменных может привести не только к невозможности доверять получаемым цифрам, но и к тому, что максимальное значение коэффициента корреляции делается меньше единицы. В этом случае, получив коэффициент корреляции, равный, например, $r = 0{,}5$, нужно говорить о сильной связи. Но мы привыкли считать такую корреляцию незначительной. В итоге – неверные выводы и рекомендации.

Из известных способов проверить нормальность распределения расскажем о самом простом – по показателям асимметрии («скошенности») и эксцесса («плосковершинности» или «островершинности»).

Вспомним, что кривая нормального распределения имеет симметричную форму и похожа на перевернутый колокольчик. В этом случае коэффициент асимметрии равен нулю. А максимальное его значение – единица. Асимметрию можно вычислить, поделив на стандартное отклонение разность между средней арифметической и модой. Но лучше пользоваться такими формулами:

$$A_s = \frac{\sum_i (X_i - \overline{X})^3}{\sigma^3}; \qquad E_x = \frac{\sum_i (X_i - \overline{X})^4}{\sigma^4} - 3.$$

Эксцесс может быть положительным (если форма распределения приближается к «готической», островершинной) и отрицательным (когда налицо плосковершинность формы распределения).

Статистически значимые выводы можно сделать, сравнивая коэффициенты асимметрии и эксцесса с критическими значениями при выбранном уровне значимости (табл. 15). Если хотя бы один из них больше критического значения, есть основания считать распределение отличающимся от нормального.

Таблица 15.

Критические значения коэффициентов асимметрии и эксцесса в зависимости от объёма выборки и уровня значимости

Объем выборки, n	Асимметрия		Эксцесс	
	p = 0,05	p = 0,01	p = 0,05	p = 0,01
25	0,71	1,06	0,87	0,89
30	0,66	0,98	0,86	0,88
35	0,62	0,92	0,86	0,88
40	0,59	0,87	0,85	0,87
50	0,53	0,79	0,85	0,87
60	0,49	0,72	0,84	0,86
80	0,43	0,63	0,85	0,85
100	0,39	0,57	0,83	0,85
200	0,28	0,40	0,82	0,83

Совет четвёртый: следует учесть, что высокий коэффициент корреляции между какими-то показателями далеко не всегда свидетельствует о наличии тесной связи между ними. Нередки ложные корреляции, которые могут возникать по разным причинам, но наиболее часто потому, что существует некий фактор, влияющий на оба показателя. Например, нельзя утверждать, что выносливость и интеллектуальные возможности положительно влияют друг на друга. Но люди умственного труда знают, что регулярные тренировки, повышающие выносливость, улучшают память и внимание, обостряют интуицию, способствуют появлению новых идей. Вероятно, у взрослого человека третий фактор – физическое здоровье выступает в роли посредника между выносливостью и интеллектуальными возможностями. В таком случае ложная корреляция не опасна.

Иное у детей: ребёнок растёт, и его умственные возможности растут одновременно с физическими. Но положительная взаимосвязь между ними сомнительна. Здесь всё дело в возрасте, с которым совершенствуется и выносливость, и интеллект.

Для того чтобы отсеять ложные корреляции, вычисляют коэффициент частной корреляции:

$$r_{XY.Z} = \frac{r_{XY} - r_{XZ} \cdot r_{YZ}}{\sqrt{(1 - r_{XZ}{}^2)(1 - r_{YZ}{}^2)}} = \frac{0{,}70 - 0{,}90 \cdot 0{,}80}{\sqrt{(1 - 0{,}81)(1 - 0{,}64)}} = -\,0{,}28\,.$$

Цифры, подставленные в формулу, взяты из реального исследования умственных способностей (Y) и выносливости в беге (X) у детей разного возраста (Z). Обычный линейный коэффициент корреляции равен 0,7, что, казалось бы, говорит о положительной связи между выносливостью и умственными способностями детей. Но расчёт частного коэффициента корреляции рассеивает эту иллюзию. Его величина и знак минус перед ней свидетельствуют о небольшой отрицательной корреляции. Важность практических вопросов, которые этот вывод ставит перед педагогикой, трудно переоценить. И это далеко не единственный пример, когда вычисление частного коэффициента корреляции даёт возможность по-иному посмотреть на актуальную проблему и наметить пути её решения.

И последнее: нельзя забывать, что регрессионный, корреляционный и дисперсионный методы – это взгляд с трёх сторон на одно и то же явление. Они составляют единую методологию анализа взаимосвязей, которую можно разделить на три разные метода лишь условно. В совершенстве владея каждым из них, приближаешься к профессиональному уровню. Так хороший мастеровой может топором и дом срубить, и побриться. Однако его мастерство не только в умении, но и в отличных инструментах.

2.3.3. Выявление и анализ различий

Этот раздел знакомит с весьма полезными статистическими методами. Их цель – разделение явлений жизни на группы, обладающие неодинаковыми свойствами. Помните, у Л. Кассиля в «Кондуите и швамбрании» все гимназисты делились на агнцев и козлищ? Рассматриваемые здесь методы нужны для того, чтобы решать подобные задачи точно и непредвзято. Таких задач очень много:

– задача о двух конкурентах (кого послать на Олимпийские игры, за кого выйти замуж и т.п.);

– задача о разных способах тренировки (какую методику сгонки веса применить, как развивать силу и т.п.).

Вы сами легко продолжите этот перечень. А сейчас перейдём к делу. Прежде всего, отметим, что к решению таких задач можно подойти с разных сторон. Когда нужно сравнить две выборочные совокупности, сопоставляют их средние значения (проверяют гипотезу о различии средних) или сравнивают показатели вариативности (проверяют гипотезу о различии дисперсий). Если нужно разделить какое-то множество (например, множество показателей контроля) на непересекающиеся подмножества, применяют факторный анализ. Велико разнообразие непараметрических методов дискриминации (разделения на группы по какому-то признаку).

Поскольку о дисперсионном анализе уже говорилось, остановимся на проверке статистических гипотез о разности средних арифметических, а затем – на факторном анализе. Типичным примером проверки гипотезы о разности средних арифметических является задача о двух конкурентах. Представьте себе ситуацию: два человека (назовём их первый и второй) оспаривают друг у друга некий приз и с этой целью соревнуются. Для определённости договоримся, что результаты оцениваются по числу набранных очков. Предположим, первый набрал – 10000 очков, а второй – 14000. Означает ли это, что приз должен достаться второму? Разумеется, нет! Вы уже знакомы с основами выборочного метода и знаете, что для сравнения истинных возможностей соперников нужна выборка достаточно большого объёма. После того, как оба претендента выступят много раз и их результаты будут обработаны простейшими методами вариационного анализа, получим средние арифметические значения ($\overline{X}_1$ и $\overline{X}_2$) набранного числа очков и стандартные отклонения (s_1 и s_2). Пусть $\overline{X}_1 = 10000$, $\overline{X}_2 = 14000$, т.е. второй игрок в этой серии игр набрал, в среднем, на 4000 очков больше. Можно ли назвать его победителем? Ещё нет. Этого делать нельзя до тех пор, пока не вычислен t – критерий Стъюдента и нет уверенности в том, что его величина больше критического значения при избранном уровне значимости.

Расчётные формулы выглядят так:

А. При одинаковом числе попыток каждого конкурента ($n_1 = n_2 = n$):

$$t = \frac{\left|\overline{X}_1 - \overline{X}_2\right|}{\sqrt{s_1^{\ 2}/n + s_2^{\ 2}/n}} = \frac{\left|10000 - 14000\right|}{\sqrt{3000^2/10 + 5000^2/10}} = 2{,}17$$

В формулу подставлены средние арифметические и оценки стандартных отклонений результатов обоих претендентов при десяти попытках. Числитель берётся по абсолютному значению, он всегда положителен. Расчётное значение t – критерия сравнивается с критическим. Число степеней свободы $k = n_1 + n_2 - 2 = 18$. Из табл. I Приложения видим, что для $k = 18$ критическое значение t – критерия равно: 2,10 (при $p = 0{,}05$) и 2,88 (при $p = 0{,}01$). Поскольку 2,17 больше, чем 2,10, можно утверждать с 95-процентной вероятностью, что второй выступил лучше первого. Делая такой вывод, мы рискуем ошибиться в пяти случаях из ста. А для большей уверенности нет оснований, так как при более высоких уровнях значимости расчётное значение t – критерия меньше критического. Обрести такую уверенность можно, если продолжить испытания.

Б. При неодинаковом числе попыток ($n_1 \neq n_2$) формула сложнее:

$$t = \frac{\left|\overline{X}_1 - \overline{X}_2\right|}{\sqrt{\dfrac{(n_1 - 1)\,s_1^{\,2} + (n_2 - 1)\,s_2^{\,2}}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \dfrac{n_1 + n_2}{n_1\, n_2}}}.$$

С увеличением числа попыток уточняются и приближаются к параметрам генеральной совокупности выборочные значения средних арифметических и стандартных отклонений. И постепенно мы приходим к одной из тех ситуаций, которые наглядно изображены на рис. 41.

В первых двух из них всё уже ясно: 1) победитель выявлен бесспорно, 2) выявить победителя не представляется возможным. Третья ситуация встретилась в нашем примере: лучший выявляется с большей или меньшей степенью уверенности. Ситуации 4 и 5 – уже из области теории статистических решений. Пунктиром показаны «решающие правила», или линии дискриминации, которые отделяют хорошие результаты от плохих, да не просто (как в ситуации 3), а с учётом привилегий, вводимых в пользу одного или другого игрока. Это имеет смысл, например, когда взрослый соревнуется с ребёнком.

Сравнение средних арифметических по t – критерию Стьюдента – параметрический метод, пригодный, строго говоря, только для сопоставления нормально распределённых случайных величин. Его применение при других типах распределения или при отсутствии информации о типе распределения может привести к ошибкам. В таких случаях используют **непараметрические критерии**, не накладывающие никаких ограничений на тип распределения сравниваемых величин. Наиболее популярны **критерий Вилкоксона и критерий Уайта.** О них рассказывается в любом пособии по математической статистике или биометрии, и любознательный читатель без труда освоит эти методы.

Интересно, что непараметрические методы выявления различий нередко являются «самоделками». Это объясняется тем, что придумать такой метод не так сложно. Специалисты – прикладники, едва знакомые с основами статистики, создают такие методы для решения своих задач. Пример подобного творчества, приносящего несомненную пользу, представлен на рис. 42. В отличие от рассмотренного выше более простого случая, здесь речь идёт о построении линий дискриминации в пространстве двух переменных, представляющих собой результаты тестирования по двум тестам. Необходимость тестирования была обусловлена почтенным возрастом женщин, которые вместе со своими семьями готовились провести отпуск в несложных, но многодневных байдарочных походах. Результаты тестирования собраны на графике (рис. 42), который по виду не отличается от корреляционного поля, но используется для изучения не взаимосвязи, а различий. На этом графике по горизонтали – расстояние, пробегаемое за 12 минут, а по вертикали – расстояние, проплываемое за 12 минут. Линии дискриминации проведены в соответствии с опубликованными рекомендациями К. Купера.

Каждая из 20 – ти участниц эксперимента по возвращении из похода представила отчёт о своём самочувствии во время путешествия и после него. Сопоставляя результаты предварительного тестирования с результатами итогового контроля, можно вычислить коэффициент различительной возможности теста по формуле: (Хор + Уд)/n, где в числителе – число участниц, чувствовавших себя хорошо (Хор) и удовлетворительно (Уд), относительно которых прогноз оправдался, а в знаменателе общее число участниц. Применив эту формулу к рисунку, получим коэффициент различительной возможности, который оказался равным 0,9.

Череду многомерных методов «арифметической статистики» в нашем рассказе завершает факторный анализ – метод очень полезный, но связанный со сложными вычислениями (без компьютера к нему не подступишься) и опасный в смысле «подводных камней».

Факторный анализ применяется при контроле и исследовании сложных явлений и систем, характеризующихся большим числом показателей (например, здоровье человека). Цель факторного анализа – сконцентрировать информацию и уменьшить число регистрируемых показателей, объединив их в группы (факторы). Факторы формируются таким образом, чтобы между ними корреляция была минимальной, а между показателями внутри одного фактора – максимальной. Тем самым удаётся выявить наиболее существенные свойства изучаемого явления и сделать менее трудоёмким контроль за ним. Так, М. А. Годику удалось объединить десятки показателей скоростных качеств в 3 фактора: латентное время реакции, скорость одиночного движения, максимальный темп.

Для проведения факторного анализа необходимо иметь результаты измерения интересующих нас показателей (пусть их число равно n) у большого числа людей. Первая трудность и первый «подводный камень» состоит в том, что людей должно быть во много раз больше, чем показателей.

Факторный анализ начинается с расчёта корреляционной матрицы, которая представляет собой таблицу размерностью $n \cdot n$, включающую $n (n - 1)/2$ коэффициентов корреляции, подлежащих дальнейшей обработке. Как соблюсти для этих сотен коэффициентов корреляции все правила «техники безопасности» (линейность, нормальность распределения)? Практическая невозможность соблюдения правил – основной довод критиков факторного анализа.

Но даже с учётом этих сложностей факторный анализ приносит большую пользу. Подобно дисперсионному анализу, он «проламывает стены», предоставляя более простым и корректным методам подбирать осколки и наводить порядок.

В итоге факторного анализа корреляционная матрица преобразуется в факторную матрицу, размерность которой меньше во столько раз, во сколько число исходных показателей меньше числа выделенных факторов. Кроме того, сопровождая вычисление коэффициентов корреляции расчётом дисперсий, удается выявить вклад каждого фактора в общую дисперсию.

Интерпретация результатов факторного анализа – это не только наука, но и искусство. Важно правильно назвать и объяснить каждый фактор, определить факторные веса и выбрать наглядную форму изображения полученных результатов.

Применяя факторный анализ и другие трудоёмкие методы, необходимо использовать специальные пакеты компьютерных программ[10].

Литература:

1. Лозанов Г. К. Суггестология и суггестопия. – София: 1970.

2. Майстров Д. Е. Теория вероятностей. Исторический очерк. – М.: Наука, 1967.

3. Кендэл М., Дж Юл. Теория статистики. – М.: Госстатиздат., 1960.

4. Морено Дж. Социометрия. Экспериментальный метод и наука об обществе – М.: Издательство иностранной литературы, 1958.

5. Параносич В., Лазаревич Л. Биодинамика спортивной группы. – М.: Физкультуры и спорта, 1977.

6. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990.

7. Энциклопедический словарь юного математика – М.: Педагогика, 1985.

8. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976.

9. Edwards A. L. Experimental Design in Psychological Research. – New York, 1968, p. 29 – 36.

10. Минько А.А. Статистический анализ в MS Excel. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 448 с.

ОТРАСЛИ ЗНАНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ

физика, химия, космология, астрономия, геология, география, биология, психология, антропология

ГУМАНИТАРНЫЕ

теология, философия, филология, история, социология, эстетика, этнография

ИСКУССТВО

театр, кино, живопись, музыка, скульптура, архитектура, спорт, цирк

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ

математика, информатика, промышленность, сельское хозяйство, разработка недр, землеустройство, энергетика, строительство, военное дело, охрана порядка, юриспруденция, финансы, экономика, торговля, космонавтика, транспорт, медицина, физкультура, охотоведение, рыболовство, связь, печать, педагогика

Рис. 1. Отрасли человеческих знаний, или «структура культуры»

Рис. 2. Критерии и факторы здоровья

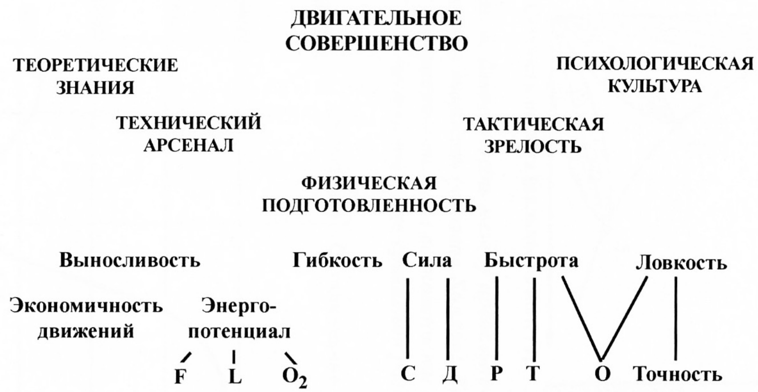


Рис. 3. «Иерархическое древо» физического совершенства.
Обозначения: F – фосфагенный, L – лактацидный, O_2 – окислительный, С – статическая, Д – динамическая, Р – скорость реакции, Т – максимальный темп, О – скорость одиночного движения

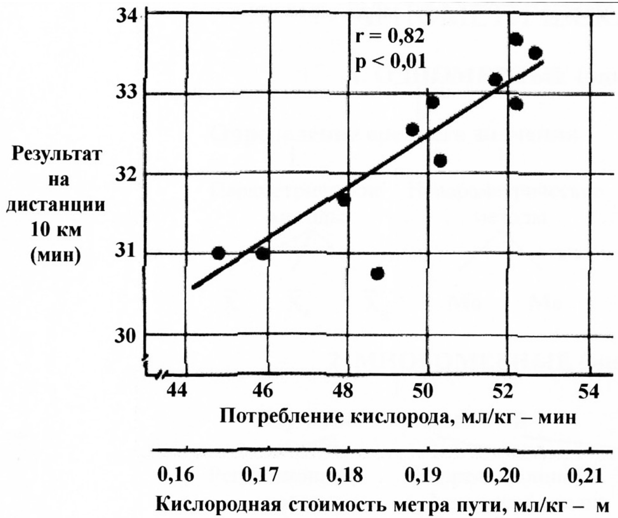


Рис. 4. Экономичность бега – основной фактор результативности у спортсменов высшей квалификации (по Conley, Krahenbuhl, 1980 – переработано)

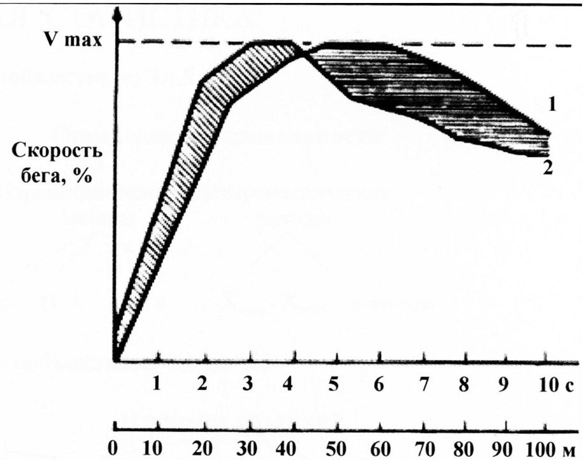


Рис. 5. Раскладка скорости бега В. Борзова (1) и А. Корнелюка (2) на стометровке. По горизонтали – время и расстояние, по вертикали – скорость бега в процентах от максимальной (по М. Залесскому, Л. Леонидову 1980 – переработано)

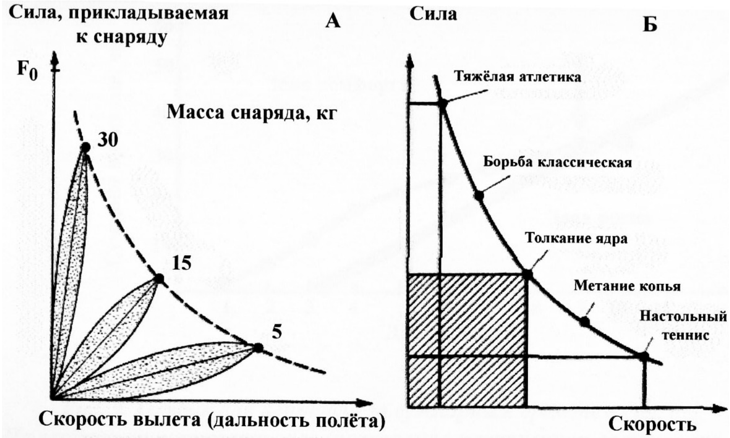


Рис. 6. Зависимость между предельно-достижимыми величинами силы и скорости («кривая Хилла»). Такой график характеризует скоростно-силовые возможности отдельного человека (А), но полезен и для сравнения разных видов спорта (Б)

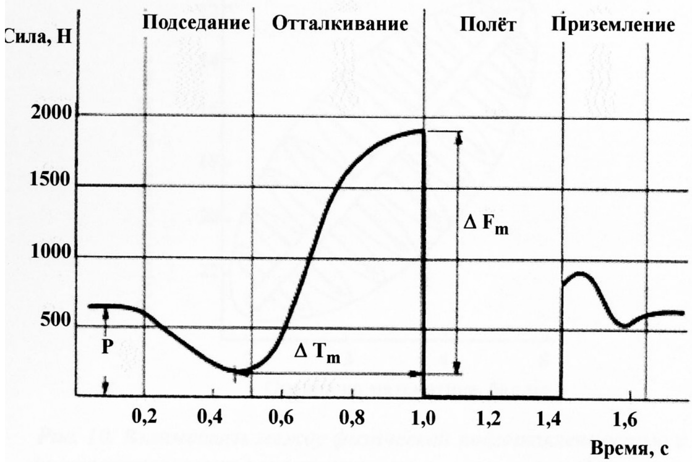


Рис. 7. Определение скоростно-силового индекса ($\Delta F_m/\Delta T_m$) и коэффициента реактивности ($\Delta F_m/\Delta T_m \cdot P$) по динамограмме прыжка вверх с места; по вертикали – сила отталкивания, Р – вес тела (по В. А. Петрову, Ю. А. Гагину и D. Miller, J. Hay – переработано)

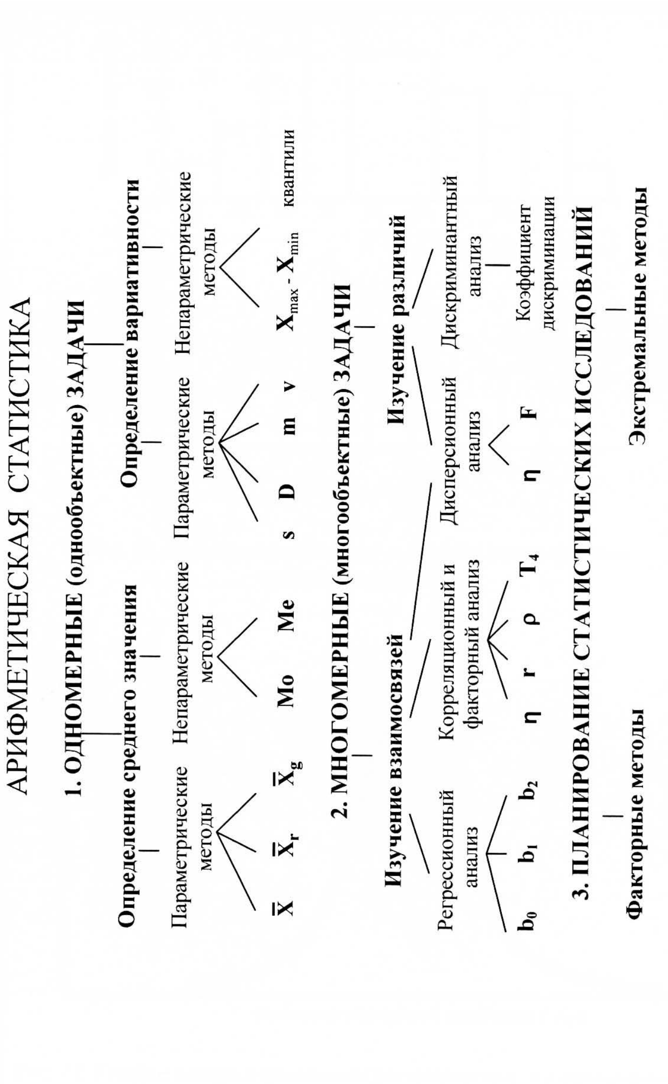


Рис. 8 . Содержание арифметической статистики в форме «иерархического древа»

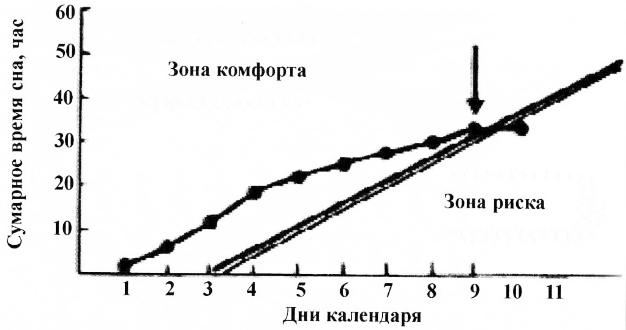


Рис. 9. График для контроля за суммарным временем сна. По вертикали «кумулята сна», получаемая накоплением времени сна ото дня ко дню. Если график приближается к зоне риска, необходимо отводить сну больше времени

Рис. 10. Взаимосвязь между физической подготовленностью и интелектуальными возможностями у школьников. Одинарные стрелки: для детей одного возраста зависимость отрицательная (чем лучше успеваемость по математике, тем хуже результат в беге). Двойная стрелка: без учёта возраста зависимость положительная; это ложная зависимость, следствие неоднородной выборки

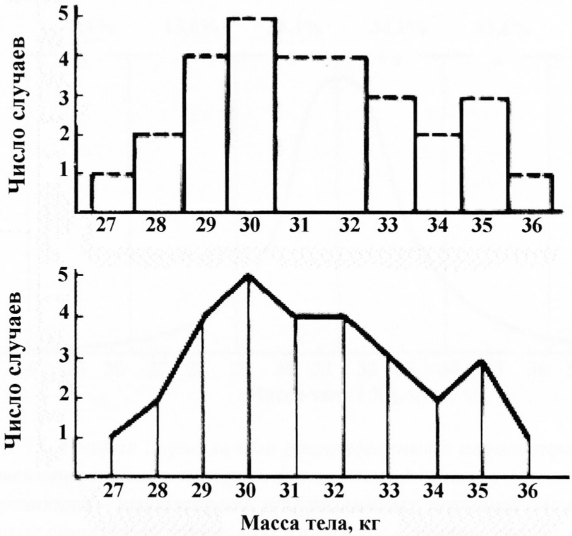


Рис. 11. Гистограмма (вверху) и полигон распределения случайной величины

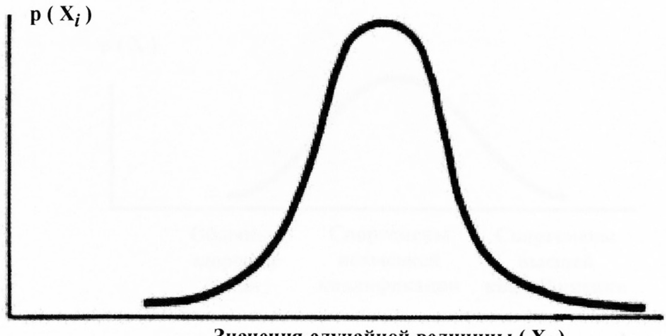


Рис. 12. График закона нормального распределения; на вертикальной оси – вероятность (p) различных значений случайной величины (X_i)

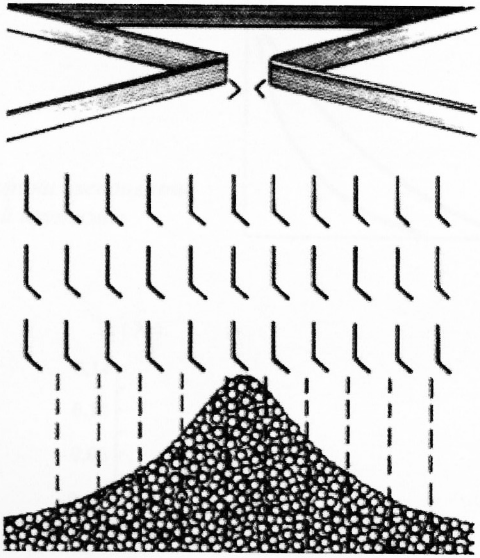


Рис. 13. Нормальное распределение маленьких одинаковых шариков в приборе Гальтона

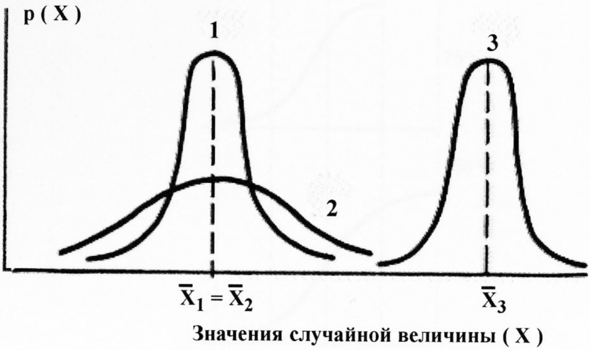


Рис. 14. Графики нормального распределения при разных значениях математического ожидания и стандартного отклонения

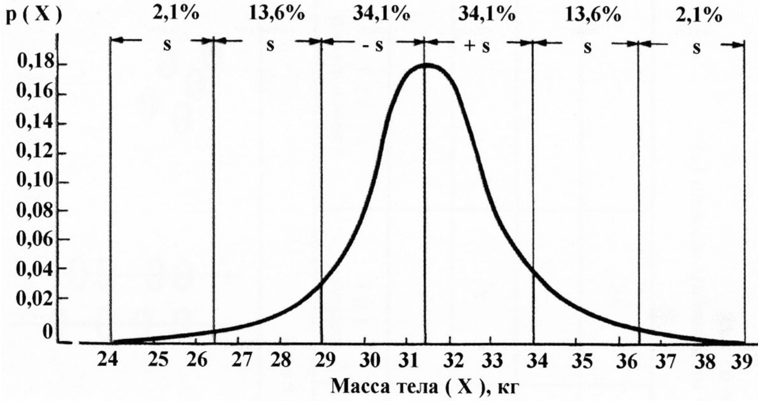


Рис. 15. График нормального распределения с параметрами, соответствующими экспериментальным данным о массе тела; по вертикали – вероятность p(x) различных значений случайной величины; стрелками отмечены интервалы, равные стандартному отклонению; над стрелками указаны доли всех случаев (в процентах), содержащиеся в этих интервалах при нормальном распределении измеряемого показателя

Рис. 16. Распределение результатов в спортивных состязаниях (по горизонтали – показанные результаты, по вертикали – их вероятность)

Рис. 17. Графики экспоненты разной крутизны

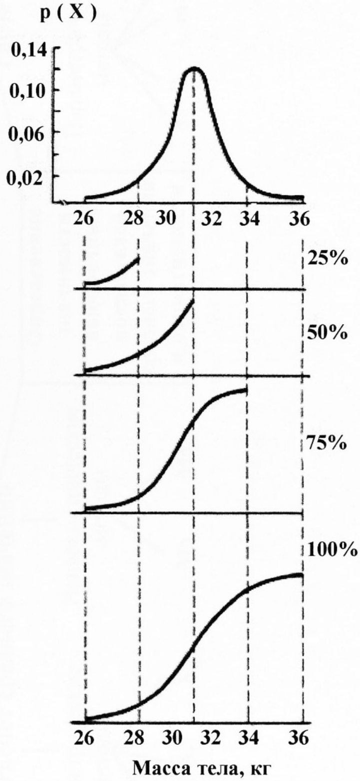
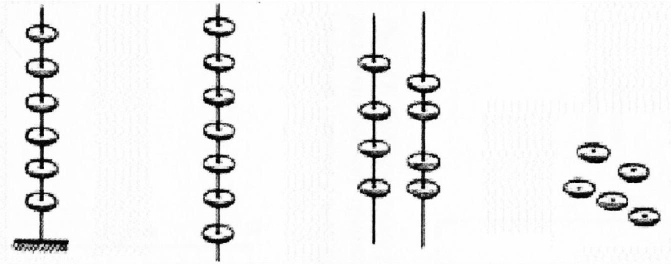


Рис. 18. Пошаговая процедура построения кумуляты распределения по известному закону распределения вероятностей



Вопрос	Шкала			
	отношений (А)	интервалов (Б)	порядка (В)	наименований (Г)
Равны или не равны?	+	+	+	+
Больше или меньше?	+	+	+	–
На сколько больше или меньше?	+	+	–	–
Во сколько раз больше или меньше?	+	–	–	–

Рис. 19. Наглядные модели измерительных шкал и вопросы, на которые можно (+) или нельзя (–) ответить с помощью каждой из них

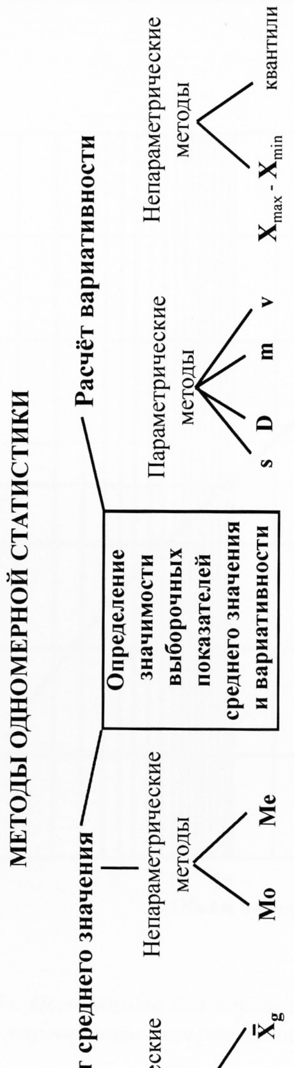


Рис. 20. Методы одномерной статистики; на нижнем уровне – вычисляемые показатели

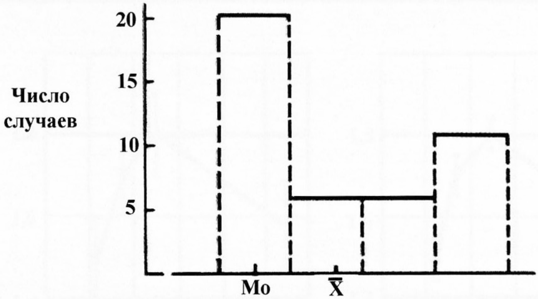


Рис. 21. Гистограмма распределения случайной величины; очевидно различие между средним арифметическим и модой (Mo), которая в данном случае более пригодна для оценки центральной тенденции

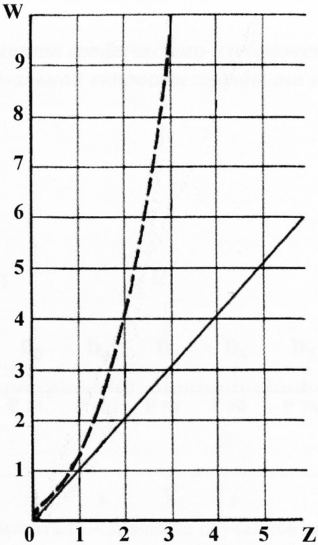


Рис. 22. Графики линейной зависимости (W = Z) между переменными W и Z и квадратичной зависимости ($W = Z^2$); при малых значениях независимой переменной (Z) графики практически совпадают; различие между ними возрастает тем быстрее, чем больше Z; рассматривая этот график, представьте себе, что Z – линейное отклонение от среднего арифметического

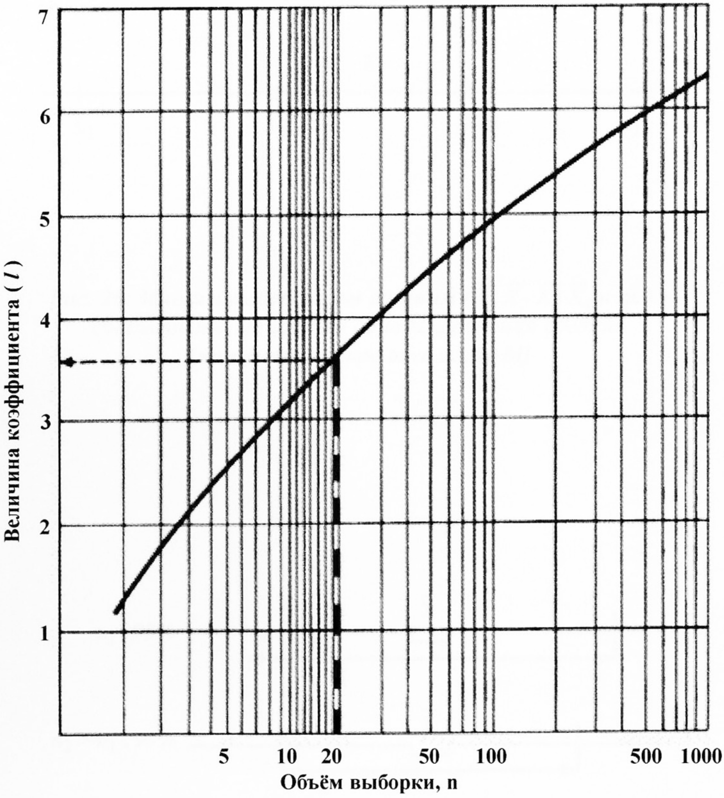


Рис. 23. Номограмма для определения коэффициента (l) при упрощённом расчёте стандартного отклонения

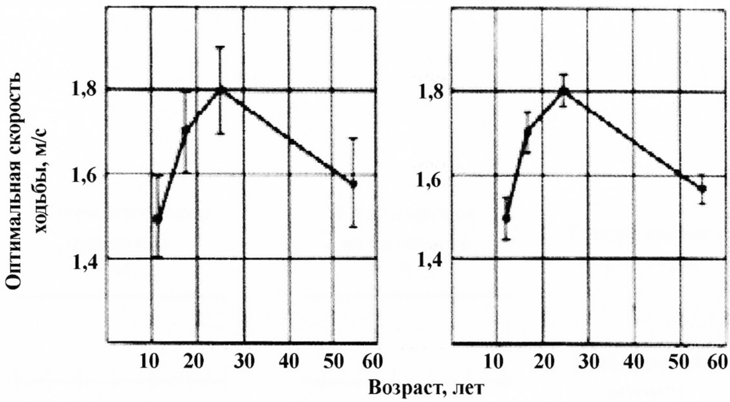


Рис. 24. Два варианта графического изображения зависимости и оптимальной скорости ходьбы от возраста

Рис. 25. Связь между квантилями и некоторыми другими показател ми случайных величин: Q – квартили, D – децили, P – перцентили, s стандартное отклонение, $\overline{X}$ – среднее арифметическое

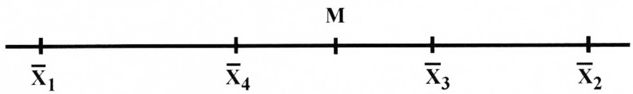


Рис. 26. Многим выборочным средним ($\bar{X}_1$ $\bar{X}_2$ $\bar{X}_3$ $\bar{X}_4$ и т.д.) соответствует только одна генеральная средняя (математическое ожидание М)

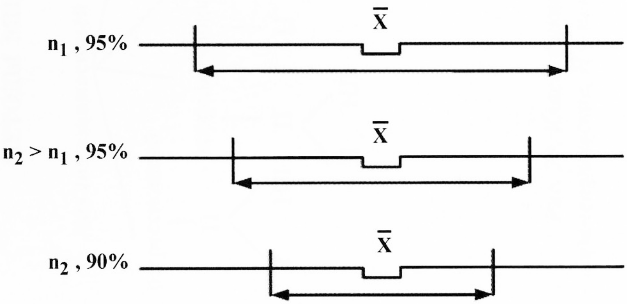


Рис. 27. Сужение доверительного интервала при увеличении объёма выборки (n) и уменьшении доверительной вероятности (увеличении уровня значимости)

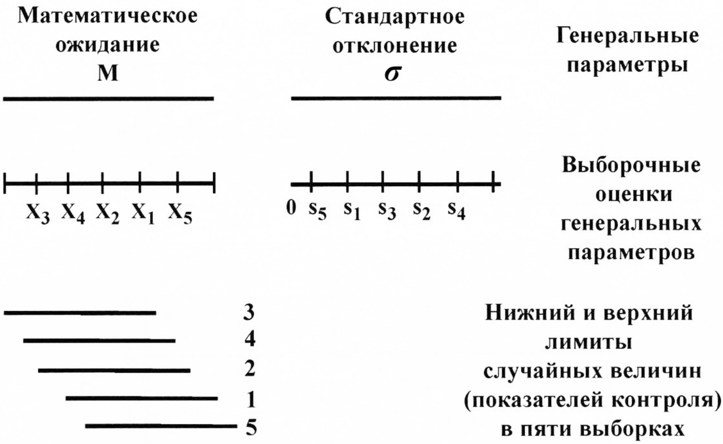


Рис. 28. Изображены 3 уровня показателей: внизу – выборки случайных величин, получаемых в процессе измерения или тестирования; в середине – выборочные оценки показателей центральной тенденции и вариативности и вверху – параметры, характеризующие генеральную совокупность (математическое ожидание и стандартное отклонение)

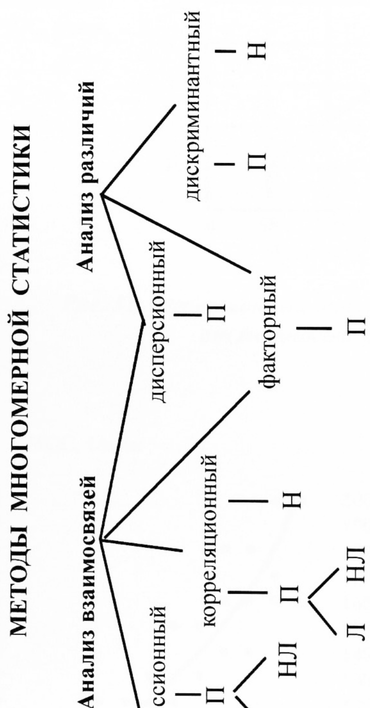


Рис. 29. Классификация методов многомерной статистики:
П – параметрические, Н – непараметрические, Л – линейные, НЛ –нелинейные

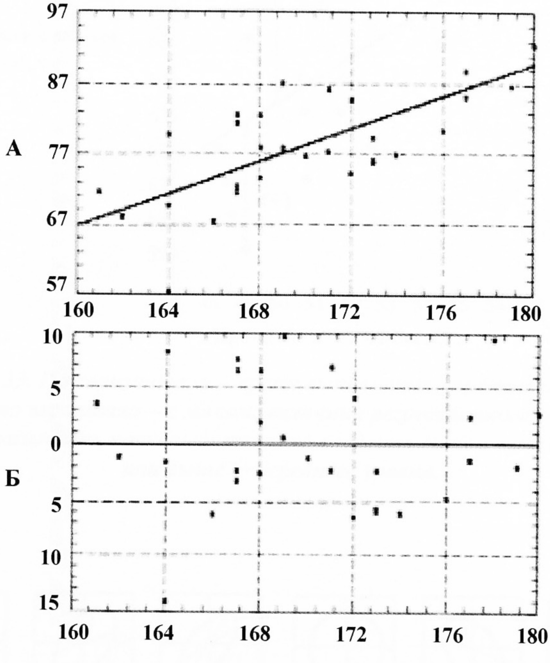


Рис. 30. Результаты измерения роста и веса;
А – корреляционное поле с линией регрессии,
Б – поле регрессионных остатков

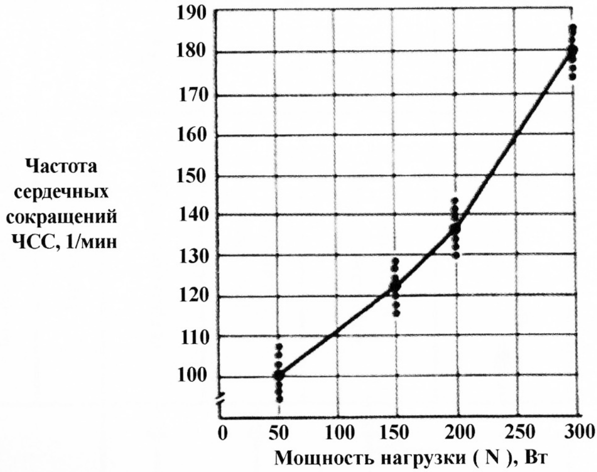


Рис. 31. Регрессионный анализ зависимости ЧСС от мощности нагрузки

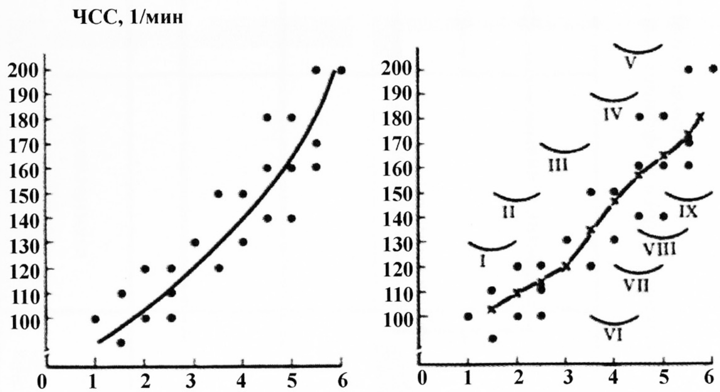


Рис. 32. Корреляционные поля зависимости ЧСС, 1/мин. от скорости бега, м/с; слева – линия регрессии, построенная с помощью компьютера, справа – способом «скользящей средней»

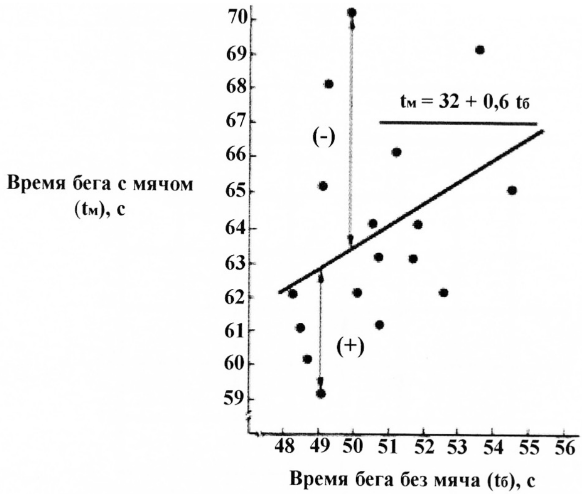


Рис. 33. По горизонтали – время выполнения упражнения без мяча, по вертикали – с мячом; величина регрессионного остатка показывает, насколько техника владения мячом ниже (–) или выше (+) среднего уровня.

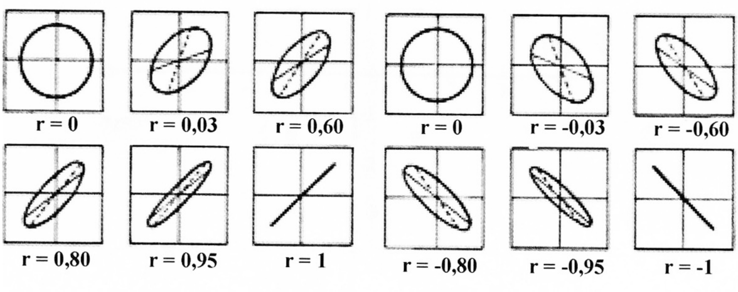


Рис. 34. Форма и ориентация «эллипсов рассеяния» при разной величине коэффициента корреляции

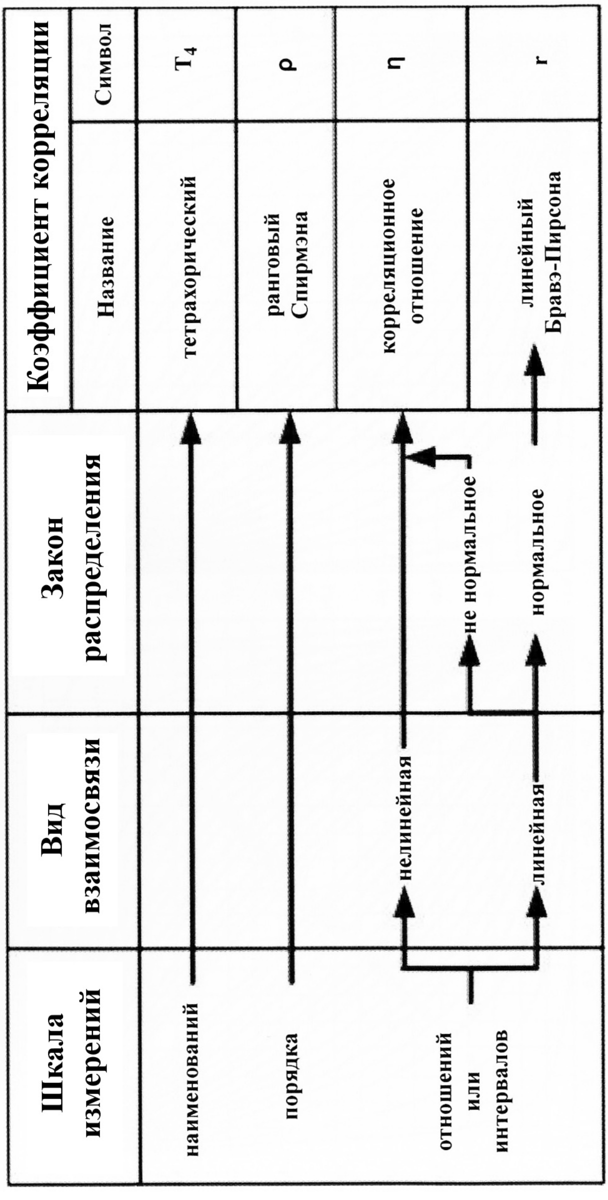
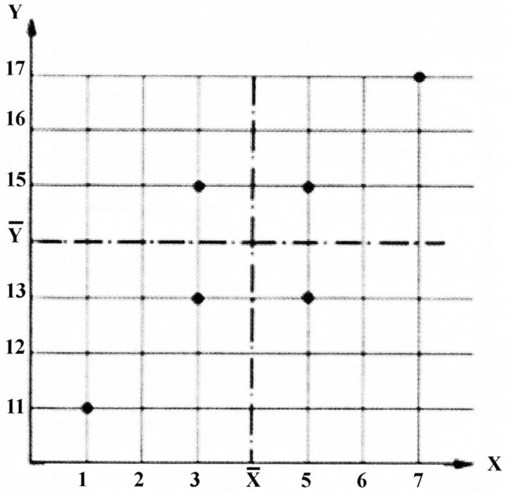


***Рис. 35.** Алгоритм выбора коэффициента корреляции в зависимости от свойств показателей, между которыми оценивается связь*



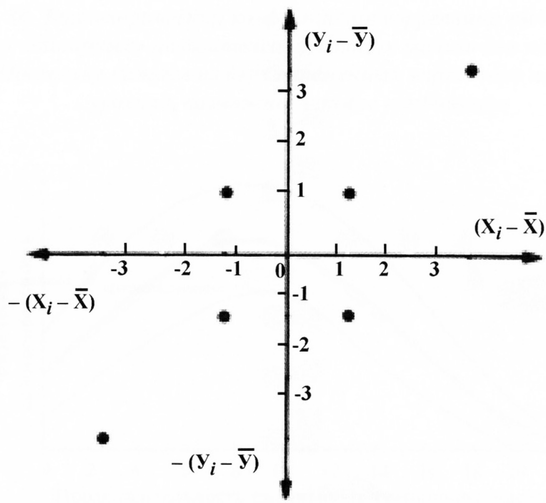


Рис. 36. К рассказу о коэффициенте корреляции Пирсона: вверху – корреляционное поле в традиционной форме, внизу – то же корреляционное поле, но на координатных осях отложены положительные и отрицательные величины линейных отклонений случайной величины от среднего арифметического

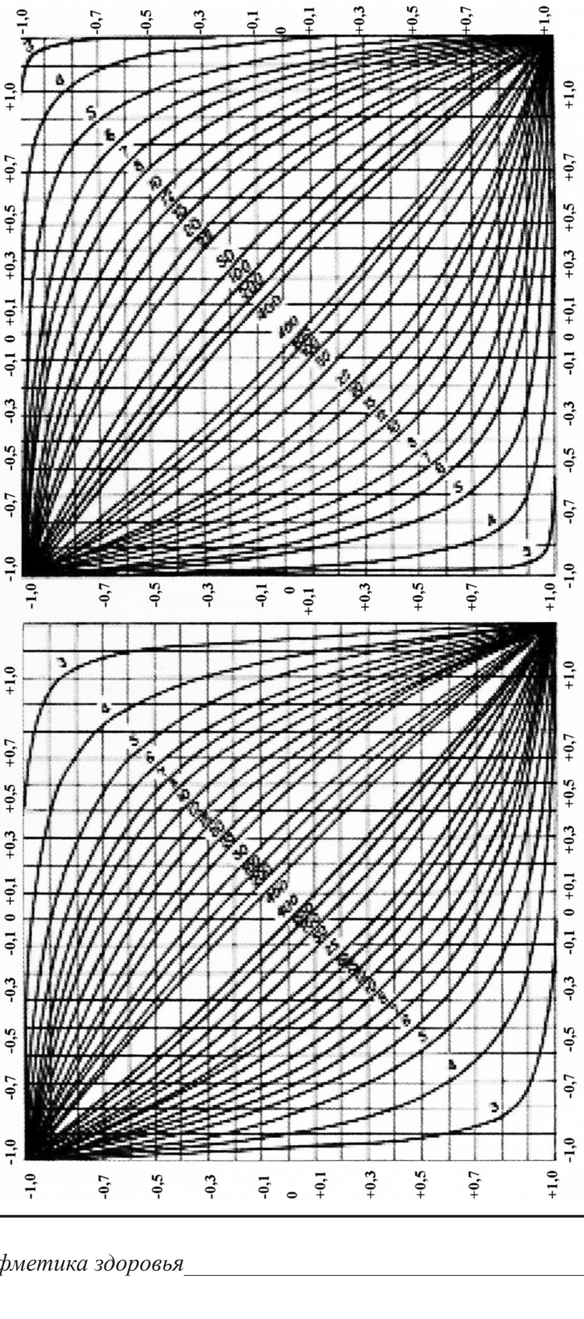


Рис. 37. Номограмма для определения доверительных интервалов коэффициента корреляции (r)
***при уровне значимости p = 0,05** (слева) **и p = 0,01** (справа)*

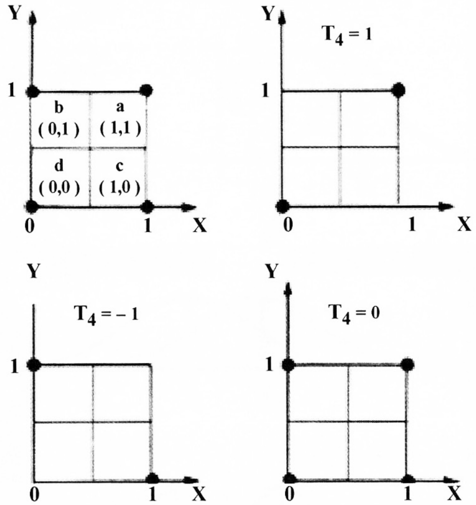


Рис. 38. Тетрахорический коэффициент корреляции вычисляется для «бинарных» показателей, имеющих только два значения. Поскольку каждая из двух переменных определена на двух уровнях, возможны четыре комбинации

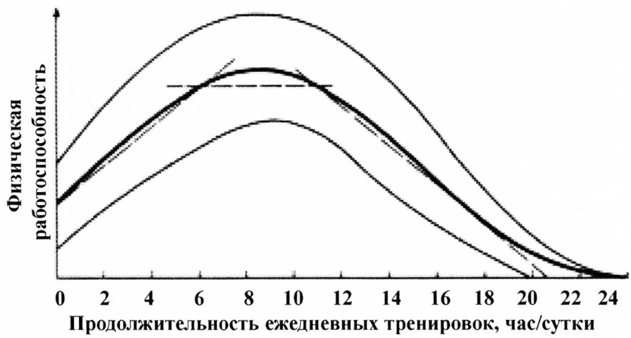


Рис. 39. Корреляционное поле, свидетельствующее о нелинейной зависимости физической работоспособности человека от продолжительности ежедневных тренировок; на ограниченных участках этой кривой зависимость практически линейна (пунктир)

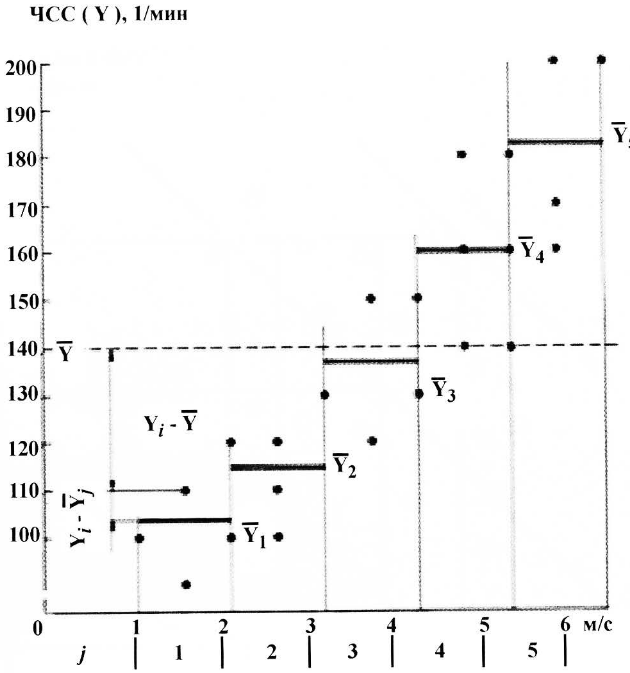


Рис. 40. Расчёт нелинейного коэффициента корреляции. Показаны: общее среднее арифметическое ($\overline{Y}$) и внутриклассовые средние ($\overline{Y}_j$) – для каждого из 5 классовых интервалов и отклонение от общего среднего ($Y_i - \overline{Y}$) и отклонение от внутриклассового среднего ($Y_i - \overline{Y}_j$) – для одной из точек

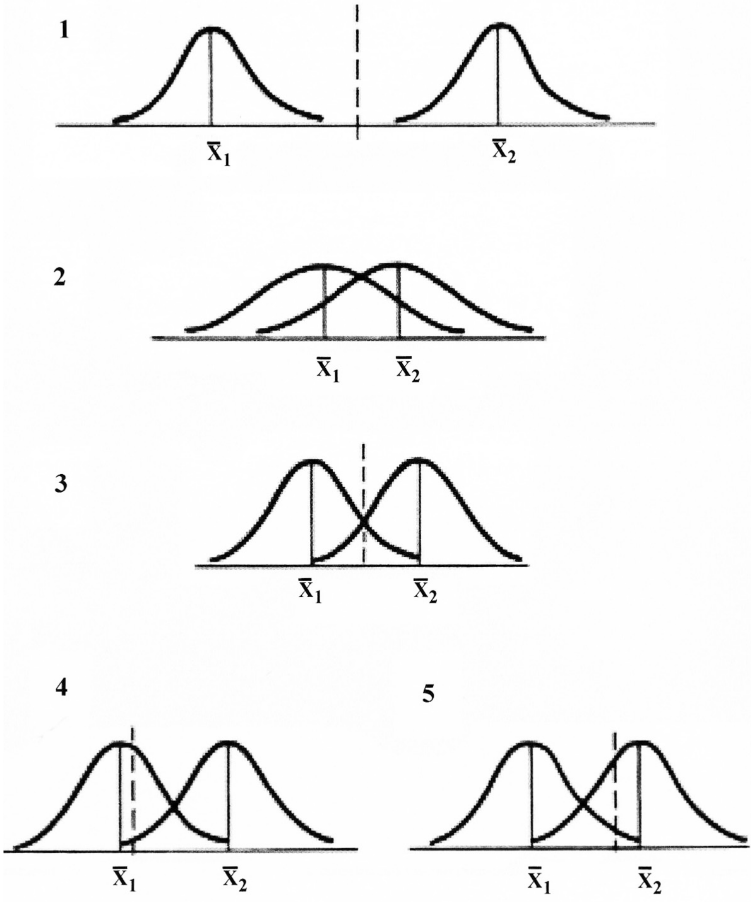


Рис. 41. Разные ситуации при различении («дискриминации») одноимённых величин: 1 – простейшая (математического аппарата не требуется, всё очевидно); 2 – неразрешимая (поскольку области существования двух величин практически совпадают); 3, 4, 5 – разные варианты решения в наиболее часто встречающемся случае, когда распределения двух величин частично перекрываются

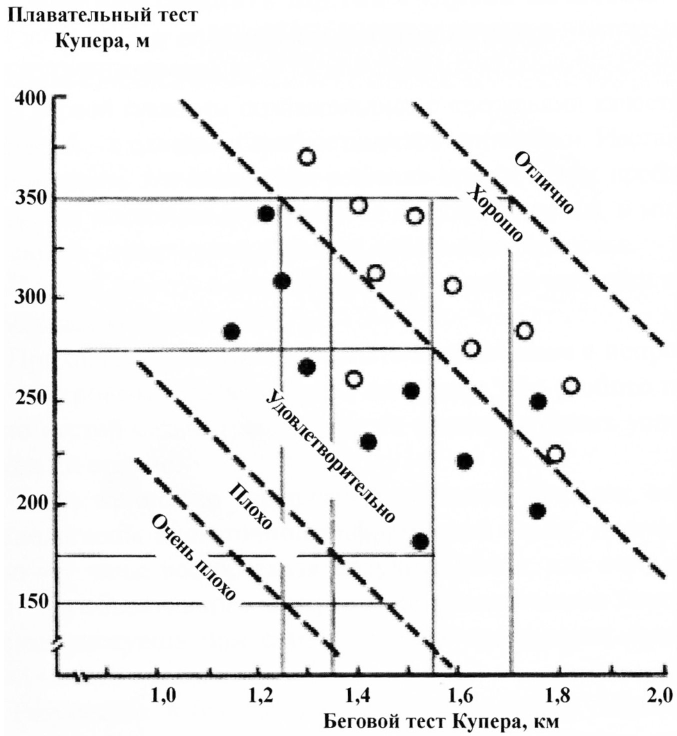


Рис. 42. Линии дискриминации для оценки физического состояния женщин, готовившихся к байдарочному походу; белые кружки – те, кто чувствовал себя хорошо, чёрные – удовлетворительно

Глава 3. ИНФОРМАТИВНЫЕ И НАДЁЖНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, или как срывать листья с «древа качества» и составлять из них букеты

В первой главе мы познакомились с «деревьями качества», а во второй – с основами арифметической статистики. Настала пора применить эти знания для решения практических проблем, с которыми постоянно сталкиваются и профессионалы, и миллионы людей, стремящихся укрепить собственное здоровье.

Прежде всего – о тестировании состояния здоровья и двигательных возможностей.

Приходилось ли Вам управлять автомобилем с непрозрачным ветровым стеклом? Если, например, оно разбито и покрыто густой сетью трещин. Вести машину в таких условиях трудно и опасно.

Столь же опасно управлять состоянием человека, если не располагаешь достаточной информацией о нём. А информацию эту чаще всего нельзя получить иначе, как с помощью методов объективного контроля. Не владея такими методами, всегда рискуешь при самых лучших намерениях принести вред вместо пользы.

Разумеется, к блестящему врачу – диагносту, талантливому специалисту по лечебной физкультуре, великому тренеру это не относится. Их интуиция порой значительно богаче возможностей современных тестов. Но ведь гении диагностики жили во все века, и всегда их было крайне мало. Мало их и сегодня (в полном соответствии с фактом нормального распределения способностей в больших группах людей).

А как быть обычным людям, которых не коснулась «искра Божья»? Ведь их большинство! Именно для нас, обычных людей, написана эта глава.

Говоря о педагогическом и медицинском контроле, нужно иметь в виду простую формулу:

ИЗМЕРЕНИЕ
КОНТРОЛЬ = или + ОЦЕНИВАНИЕ
ТЕСТИРОВАНИЕ

Отступление от неё, пренебрежение одним из элементов процедуры контроля или недостаточно компетентная его реализация приводит к ошибкам в диагностике и, как следствие этого, к ошибкам в прогнозировании результатов лечебных или физкультурно – оздоровительных мероприятий.

Первая стадия контроля состоит в получении необходимой информации в процессе измерения или тестирования. Какие же тесты следует использовать и какие показатели измерять, если известно, что состояние человека и его двигательные возможности характеризуются сотнями различных показателей? По существу, мы продолжаем обсуждать поднятый ещё в первой главе вопрос о том, как найти на «древе качества» те особенные листья, из которых можно составить прекрасный букет. Ведь если срывать все листья подряд, букет будет некрасивым. И обойдётся он недёшево: контроль имеет ярко выраженный экономический аспект, и график денежных затрат круто идёт вверх при увеличении числа измеряемых показателей. Поэтому изречение «много званых, но мало избранных» как нельзя лучше соответствует верной тактике составления букета.

Истинный специалист по контролю сочтёт достойными своего «букета» только те измеряемые показатели, которые отличаются высокой информативностью и надёжностью.

Сравнительная доступность лабораторного оборудования стала причиной малосимпатичной особенности многих современных научных исследований, да и медицинской диагностики. Нередко число регистрируемых показателей неоправданно велико. И призывы к его минимизации воспринимаются без энтузиазма. Но «всё новое – хорошо забытое старое». Блестящие диагносты прошлого не стремились умножать анализы, да у них и не было такой возможности. И по сей день живы, совершенствуются и даже переводятся на компьютерную технологию методы диагностики по пульсу («пульсометрия») и радужной оболочке глаза («иридодиагностика»). Ибо важно не число показателей, а информативность тестов, в которых измеряется каждый из них.

Еще один довод в пользу уменьшения числа измеряемых показателей связан с тем, что диагностика – не самоцель, а один из шагов на пути оптимизации состояния здоровья и двигательной деятельности. Но даже суперсовременные вычислительные системы не в состоянии решить задачу оптимизации, если критериев оптимальности больше трёх. Весьма сомнительно, чтобы человеческие возможности здесь были выше.

Информативность теста показывает, в какой мере тест пригоден для оценки интересующего нас явления (состояния здоровья, двигательных качеств и т.п.).

Информативность иногда называют валидностью (от англ. valid – действенный, имеющий силу; сравните: инвалидность – несостоятельность, недееспособность).

Различают информативность **содержательную** (логическую) и **эмпирическую** (определяемую экспериментально). **Содержательная** информативность определяется «логически», из соображений здравого смысла. Например, вес поднимаемой штанги – информативный показатель при контроле за силовыми возможностями человека, а цвет глаз – неинформативный. Зато цвет глаз – информативный показатель при предсказании переносимости условий жаркого климата (тёмноглазые приспосабливаются к жаре легче светлоглазых).

Но чаще всего стараются определять **эмпирическую** информативность теста. Методы её определения основаны на экспериментальных данных и вычислении коэффициента информативности. Они гораздо точнее и предпочтительнее в таком важном деле, как здоровье.

Коэффициент информативности – это коэффициент корреляции между результатами тестирования и результатами измерения критерия информативности. Критерием информативности может служить:

1) отсутствие болезней или другой заведомо информативный показатель, характеризующий состояние здоровья;

2) результат, показанный на спортивных соревнованиях;

3) спортивная квалификация;

4) экспертная оценка тестируемого качества.

Надёжность теста – это степень совпадения результатов многократного тестирования одних и тех же людей в одних и тех же условиях.

Как и информативность, надёжность теста оценивается по величине коэффициента корреляции. **Коэффициент надёжности** – это коэффициент корреляции между двумя (или несколькими) рядами результатов, полученных при первом и повторном тестировании (или при многократных тестированиях) группы людей.

Величину коэффициента надёжности вычисляют с помощью **корреляционного** или **дисперсионного** анализа. При корреляционном анализе рассчитывают коэффициент корреляции между результатами тестирования одних и тех же людей в двух попытках. Отсюда название простейшего способа проверки надёжности теста – **метод повторного тестирования (или test – retest метод).**

Дисперсионный анализ применяют, когда число попыток больше двух. Расчёты здесь сложнее; их результатом является так называемый **внутриклассовый коэффициент корреляции.**

Чаще всего отказ от корреляционного способа проверки надёжности в пользу более сложного, дисперсионного вызван необходимостью. Если испытуемых, участвующих в проверке теста, мало и количество их нельзя увеличить, приходится просить каждого из них пройти тестирование несколько раз. Только так можно добиться высокой статистической значимости результатов. Но при этом получается несколько числовых рядов, корреляцию между которыми нельзя найти обычными способами, и тогда необходимо вычислять внутриклассовый коэффициент корреляции.

Такая ситуация возникает при тестировании спортсменов высшей квалификации или людей, страдающих редкими формами заболеваний, и вообще неординарных людей, свойства которых соответствуют той части графика нормального распределения, которая наиболее удалена от среднего значения.

Надёжность теста имеет несколько разновидностей, главные из которых – **воспроизводимость и объективность.** Test – retest методом проверяется воспроизводимость результатов тестирования. Она высока, если при повторных тестированиях испытуемые ранжируются так же, как при первом: лидеры остаются лидерами, а аутсайдеры – аутсайдерами.

Спортивная терминология здесь закономерна. Большинство тестов имеет высокую надёжность только при условии, что испытуемые стараются выполнить задание как можно лучше. И не случайно во многих зарубежных спортивных клубах есть традиция превращать тестирование в своеобразное состязание и по его результатам выплачивать спортсменам премии, пропорциональные результатам тестирования.

Объективность (или **«согласованность»**) теста – это степень независимости получаемых результатов от личностных свойств человека, осуществляющего тестирование. Чем проще процедура тестирования, тем выше объективность. И наоборот, объективность теста снижается по мере повышения требований к квалификации человека, проводящего тестирование.

Объективность теста проверяется в 3 этапа. Одну и ту же группу людей дважды тестирует один исследователь (врач, тренер), а затем один раз – другой. Затем вычисляют r_{11} – коэффициент корреляции между результатами теста и повторного теста, полученными одним и тем же исследователем, и коэффициент корреляции r_{12} между результатами теста и повторного теста, полученными разными исследователями. Найденные величины коэффициентов корреляции подставляют в формулу коэффициента объективности:

$$r_{об} = 1 - \frac{r_{11} - r_{12}}{r_{11}}$$

Например, если $r_{11} = 0{,}9$, а $r_{12} = 0{,}7$, то коэффициент объективности: $r_{об} = 1 – (0{,}9 – 0{,}7)/0{,}9 = 0{,}78$.

Обычно **коэффициент информативности** обозначают символом r_{tk} («коэффициент корреляции между тестом и критерием»), а **коэффициент надёжности** – символом r_{tt} («коэффициент корреляции между тестом и ретестом»). То есть используют символ линейного коэффициента корреляции Бравэ-Пирсона. Однако для определения качества теста применяется не только эта разновидность корреляционного анализа. Выбор формулы для расчёта коэффициента надёжности или информативности зависит от того, какие измерительные шкалы взяты для теста и критерия, линейна или нелинейна связь между результатами их измерения и т.д. Одним словом, здесь действуют все правила корреляционного анализа (см. 2.3.2.): от выбора формулы для вычисления коэффициента корреляции до определения доверительного интервала и уровня значимости, без чего расчёт коэффициентов надёжности и информативности нельзя признать завершённым.

Некоторые из этих правил заслуживают того, чтобы упомянуть о них ещё раз. Они касаются тех случаев определения информативности и надёжности тестов, которые не то чтобы сложны, но всё же требуют некоторого дополнительного напряжения мысли.

Так, понятно, что при расчёте коэффициента надёжности теста обе коррелируемые величины всегда бывают измерены по одной и той же шкале. Допустим, что это **шкала порядка** – например, шкала балльной оценки здоровья, знаний и т.п. Ясно, что здесь нужно использовать один из ранговых коэффициентов корреляции – скажем, **коэффициент Спирмена.** Но как быть, если испытуемых очень мало и вследствие этого парный коэффициент корреляции оказывается статистически не значимым? Если бы измерения велись по шкале отношений, то путь однозначен: нужно было бы увеличить число попыток каждого испытуемого, перейти к дисперсионным методам и вычислять внутриклассовый коэффициент корреляции. Но в нашем примере это невозможно, так как параметрические методы непригодны для обработки числовых рядов, полученных в шкале порядка. Поэтому до тех пор, пока не появится возможность увеличить количество испытуемых, придётся отказаться от попыток оценить надёжность этого теста, а заодно и от его использования.

Заметим, что обсуждаемый здесь случай широко распространён, ибо вся наша система образования основана на балльных оценках знаний и умений. Став взрослыми, мы по привычке пытаемся использовать ранговые шкалы (чаще всего – пятибалльные, к которым привыкли в школе) для решения и производственных, и житейских проблем.

Но никому не приходит в голову проверить надёжность применяемых при этом тестов. Например, дважды провести итоговую контрольную работу в школе или несколько раз подряд тестировать физическую подготовленность одних и тех же людей. А вот если бы такие проверки проводились регулярно, то число рекламируемых безо всяких на то оснований и традиционно используемых тестов уменьшилось бы, а точность контроля заметно бы возросла. И вместе с ней – качество нашей жизни.

Другая неординарная ситуация – определение информативности теста с использованием при тестировании шкалы одного типа, а при измерении критерия информативности – шкалы другого типа. Например, результата в 12 – минутном тесте Купера (шкала отношений) и балльной оценки «количества здоровья» (шкала порядка).

В этих ситуациях приходится ранжировать результаты, измеренные по шкале отношений, переводя их в искусственно создаваемую шкалу порядка и тем самым огрубляя. А затем – вычислять коэффициент информативности по формуле рангового коэффициента корреляции. Точность при этом снижается, но ничего не поделаешь: другого выхода здесь нет.

Теперь самое время предложить несколько иллюстраций – числовых примеров. Но прежде надо заметить, что и эти примеры, и всё сказанное до сих пор о надёжности и информативности относится к первому этапу работы с тестами. А всего этих **этапов два: на первом проверяется качество теста, а на втором тест практически используется уже с полным доверием к его качеству.**

Каждый врач, методист в группе здоровья, тренер и вообще специалист, работающий с людьми, должен уметь проверить **информативность, надёжность и объективность** используемых тестов.

Такой проверке, как правило, подвергается всякий новый тест, рождающийся в научно-исследовательской лаборатории. Но качество теста гарантируется только в том случае, если: 1) новая выборка (новая группа тестируемых людей) относится к той же генеральной совокупности, что и испытуемые, участвовавшие в проверке теста и 2) условия, в которых используется тест, не отличаются существенно от условий, в которых он проверялся.

Например, высокоинформативный и надёжный тест, проверенный в группе молодых мужчин, нельзя без дополнительной проверки применять для контроля за женщинами, детьми и мужчинами среднего и пожилого возраста. Точно так же тест, качество которого проверялось в условиях умеренного климата, нуждается в дополнительной проверке, если предстоит им пользоваться в условиях сильной жары или холода, в высокогорье и вообще в усложнённых условиях.

Итак, переходим к числовым примерам, первый из которых высвечивает вопросы, возникающие в практике проверки информативности тестов.

Готовя команду байдарочников к спортивному сезону, тренер определил физическую работоспособность каждого спортсмена по тесту PWC_{170} (т.е. узнал, при какой мощности педалирования на велоэргометре частота пульса устанавливается на уровне 170 сокращений в минуту). Спустя небольшое время те же спортсмены участвовали в соревнованиях на дистанции 500 м.

Показанный в этих соревнованиях результат принят за критерий информативности проверяемого теста. Причём и тестирование, и соревнования были организованы дважды, что дало возможность узнать величины надёжности теста и надёжности критерия. Они важны сами по себе и, кроме того, необходимы для коррекции найденных значений коэффициентов информативности. Все полученные цифры собраны в таблице 16.

Таблица 16.

Информативность и надёжность PWC_{170} как теста специальной подготовленности гребцов на байдарке

№ испытуемого	Вес тела, кг	Результат тестирования, Вт		Соревновательный результат, с	
		№ попытки		№ попытки	
		1	2	1	2
1	78	346	325	118	111
2	83	341	342	124	119
3	74	289	286	132	127
4	85	349	333	123	118
5	77	292	269	127	125
6	60	268	268	123	114
7	67	248	252	137	133

Для вычисления коэффициентов информативности и надёжности воспользуемся **формулой Бравэ-Пирсона.** Не останавливаясь на технологии расчётов (о чем достаточно сказано в гл. 2), обсудим их результаты (рис. 43). Коэффициент корреляции между тестом и критерием оказался равным – 0,67 ($p = 0{,}1$). Это не очень высокая информативность, и в связи с этим возникает вопрос: может быть, проверяемый тест не пригоден для контроля за работоспособностью байдарочников? Не будем торопиться с выводами: проверка тестов – дело, требующее большой осторожности и терпения.

Прежде всего попытаемся так видоизменить тест, чтобы его **информативность** повысилась. Одна из возможностей заключается в том, чтобы мерой физической работоспособности считать величину PWC_{170}, отнесённую к весу тела (см. рис. 43). Расчёт коэффициента корреляции показывает, что в этом случае коэффициент информативности повышается до – 0,75 (р = 0,05).

Но и этот результат не окончателен, поскольку необходимо осуществить коррекцию коэффициента **информативности** с учётом данных о **надёжности теста** и **надёжности критерия.** И действительно, при низкой надёжности теста и критерия трудно судить об истинной величине коэффициента информативности, поскольку ни результату тестирования, ни результату измерения критерия в этом случае нельзя доверять. Именно поэтому к величине коэффициента надёжности предъявляются более высокие требования, чем к величине коэффициента информативности (табл. 17).

Коррекция коэффициента информативности осуществляется по формуле:

$$r_{tk\,ucm.} = \frac{r_{tk}}{r_{tt}\, r_{kk}},$$

в которую входят: истинный и экспериментально полученный коэффициенты информативности, а также коэффициент надёжности теста (r_{tt}) и коэффициент надёжности критерия (r_{kk}).

Элементарные расчёты по данным из табл. 16 дают следующие цифры:
коэффициент надёжности теста r_{tt} = 0,96 (р = 0,05), а критерия r_{kk} = 0,97 (р = 0,05). Следовательно, истинное значение коэффициента информативности равно:

$$r_{tk\,ucm.} = \frac{-0{,}75}{0{,}96 \cdot 0{,}97} = -0{,}8$$

Такая информативность считается удовлетворительной (см. табл. 17).

Таблица 17.

Оценка информативности и надёжности теста по величине коэффициентов надёжности и информативности (по сводным литературным данным)

Величины коэффициентов	0,99 - 0,95	0,94 - 0,90	0,89 - 0,85	0,84 - 0,80	0,79 - 0,70	0,69 и ниже
Оценка надежности	отлично	хорошо	удовлетворительно		плохо	очень плохо
Оценка информативности	отлично			хорошо	удовлетворительно	плохо

Если и эта информативность не удовлетворяет, можно повысить её, воспользовавшись всё той же зависимостью истинной информативности теста от его надёжности. При повышении надёжности увеличивается информативность.

Один из путей повышения надёжности теста – **создание гомогенного комплексного теста,** состоящего из нескольких одинаковых простых тестов. Это достигается однократным или многократным повторением процедуры тестирования. Приведенная ниже формула позволяет определить, во сколько раз нужно увеличить число попыток в тесте для того, чтобы коэффициент надёжности (r_{tt}) достиг интересующей нас величины ($r_{tt}^{\sim}$)

$$l = \frac{r_{tt}^{\sim}(1 - r_{tt})}{r_{tt}(1 - r_{tt}^{\sim})}$$

Например, тест имеет надёжность 0,81. Для повышения надёжности этого теста до 0,95 нужно увеличить число попыток в *l* раз, где

$$l = \frac{0{,}95(1 - 0{,}81)}{0{,}81(1 - 0{,}95)} = 4{,}46$$

Итак, для «отличной» надежности (см. табл. 17) результат тестирования должен получаться как среднее значение результатов пяти одинаковых тестов.

Корреляционные методы проверки надёжности тестов пригодны лишь для той ситуации, когда каждый испытуемый тестируется дважды. В более сложных случаях используются дисперсионные методы. Рассмотрим их на примере тестирования специальной физической подготовленности лыжников-гонщиков и биатлонистов. Процедура тестирования состояла в измерении скорости прохождения заданного отрезка дистанции при строго определённой частоте сердечных сокращений (ЧСС), которая программировалась при помощи кардиолидера.

Результаты семи лыжников, предварительно обученных работе с кардиолидером, представлены на рис. 44 (А – в 1-й попытке, Б – во второй, В – в третьей). Если соединить точки на каждом из этих рисунков прямыми линиями, получатся графики изменения результата тестирования «от индивидуума к индивидууму». При взгляде на графики ясно, что их формы сходны и, следовательно, надёжность теста высока. Но на вопрос «насколько она высока?» может дать ответ только расчёт коэффициента корреляции между «А», «Б» и «В». Однако какой из трёх коэффициентов корреляции считать коэффициентом надёжности: $r_{АБ}$, $r_{БВ}$ или $r_{АВ}$? И нельзя ли найти единый показатель, определяющий степень взаимосвязи между тремя (четырьмя, пятью и т.д.) рядами чисел?

Ответить на этот вопрос позволяет дисперсионный анализ. Чтобы пояснить идею его применения для проверки надёжности теста, надо объединить рисунки А, Б и В в один (см. рис. 44 Г) и спроецировать все точки этого рисунка на вертикальную ось. Видно, что полученные в процессе тестирования результаты существенно отличаются друг от друга, или, говоря языком статистики, «варьируют». Если бы вариация отсутствовала, проекции результатов тестирования одного человека пришлись бы на одну и ту же точку вертикальной оси.

Степень вариативности всей совокупности данных можно определить по величине «общей дисперсии» ($D_{общ.}$), для подсчёта которой необходимо:

1) вычислить среднее арифметическое значение всей совокупности полученных данных;

2) найти отклонения каждой точки от среднего арифметического и возвести их в квадрат;

3) подсчитать «общую» сумму квадратов отклонений ($Q_{общ}$) и разделить её на число степеней свободы.

От чего же зависит общая вариативность, или, иначе говоря, из каких компонентов складывается общая сумма квадратов отклонений? Первый компонент – различия между результатами испытуемых, или «межиндивидуальные различия»; второй – различия между результатами тестирования одного и того же испытуемого («внутрииндивидуальные различия»), которые, в свою очередь, зависят от нестабильности состояния испытуемых, погрешностей измерения и других факторов, снижающих точность тестирования. Чем точнее тест, тем меньше величина второго компонента по сравнению с первым. И в идеальном случае, когда второй компонент общей вариации равен нулю, рис. 44 Г должен выглядеть так, как показано на рис. 44 Д. Этот случай соответствует самой высокой надёжности теста.

Переведём сказанное на язык арифметики, воспользовавшись известным из статистики положением, согласно которому $Q_{общ} = Q_{м} + Q_{вн}$, где:

$Q_{м}$ – сумма квадратов отклонений, возникших в результате межиндивидуальной, или «истинной» вариации;

$Q_{вн}$ – сумма квадратов отклонений, возникших в результате внутрииндивидуальной, или «ошибочной» вариации.

Надёжность теста тем выше, чем меньше внутрииндивидуальная вариация по сравнению с общей и межиндивидуальной:

$$\frac{Q_{м}}{Q_{общ}} = \frac{Q_{общ} - Q_{вн}}{Q_{общ}} = 1 - \frac{Q_{вн}}{Q_{общ}}$$

Вспомним (см. в главе 2), что полученный показатель называется нелинейным коэффициентом корреляции, или корреляционным отношением и используется для количественной оценки тесноты связи между переменными, если эта связь нелинейная.

Если бы число испытуемых (n) и число попыток (k) было бесконечно велико, то приведённую выше формулу можно было бы использовать в качестве коэффициента надёжности теста.

Но число измерений не бесконечно, и поэтому до расчёта коэффициента надёжности необходимо разделить каждую из сумм квадратов отклонений на соответствующее число степеней свободы. Число степеней свободы определяется разностью между числом наблюдений и числом условий, ограничивающих свободу варьирования, и равно: (nk – 1) для $Q_{общ}$, k (n – 1) для $Q_м$ и n (k – 1) для $Q_{вн}$. Полученные в результате деления величины:

$$\sigma_{общ}{}^2 = \frac{Q_{общ}}{nk-1}, \ \sigma_м{}^2 = \frac{Q_м}{k\,(n-1)}, \ \sigma_{вн}{}^2 = \frac{Q_{вн}}{n\,(k-1)}$$

принято называть **общей дисперсией, межиндивидуальной дисперсией и внутрииндивидуальной дисперсией.**

<u>Полезное замечание</u>: Понятие о степенях свободы и их роли в дисперсионном анализе очень доходчиво дано в книге Е. К. Меркурьевой[1]. Этот вопрос весьма важен, так как его полузнание приводит к ошибкам. Вместе с тем, в литературе имеет место терминологическая путаница. Одним и тем же термином «дисперсия» часто обозначают и сумму квадратов (Q), и дисперсию σ^2 – см., например, у Е. К. Меркурьевой на стр. 152. Отметим, что при конечном числе измерений равенство $Q_{общ} = Q_м + Q_{вн}$ не сохраняется при делении его членов на число степеней свободы, в результате чего общая дисперсия не равна сумме межиндивидуальной и внутрииндивидуальной дисперсий.

Для определения коэффициента надёжности теста по данным дисперсионного анализа вычисляют «**внутриклассовый коэффициент корреляции**»[2]:

$$r'_{tt} = \frac{\sigma_м{}^2 - \sigma_{вн}{}^2}{\sigma_м{}^2}$$

Теперь, когда принципиальная сторона дела более или менее прояснилась, можно перейти к технике вычислений. Расчёты значительно упрощаются, если исходные данные и результаты заносить в таблицу (табл. 18). Ею можно пользоваться формально. Но лучше вести расчёты осмысленно, и дальше показано, как использовать таблицу для вычисления общей вариации и всех её компонентов.

Таблица 18.

Пример заполнения таблицы дисперсионного анализа при вычислении внутриклассового коэффициента корреляции (пояснения в тексте)

№ попытки (j)	№ испытуемого (i)							$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}$	$(\sum_{i=1}^{n} X_{ij})^2$
	1	2	3	4	5	6	n = 7		
1	88 7744	82 6724	75 5625	93 8649	81 6561	68 4624	89 7921	576	331776
2	89 7921	77 5929	75 5625	90 8100	79 6241	78 6084	91 8281	579	335241
k = 3	88 7744	79 6241	75 5625	89 7921	77 5929	78 6084	91 8281	577	332929
$\sum_{j=1}^{k} X_{ij}$	265	238	225	272	237	224	271	$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} X_{ij}$ $= 1732$	$\sum_{j=1}^{k}(\sum_{i=1}^{n} X_{ij})^2$ $= 999946$
$(\sum_{j=1}^{k} X_{ij})^2$	70225	56644	50625	73984	56169	50176	73441	$\sum_{i=1}^{n}(\sum_{j=1}^{k} X_{ij})^2$ $= 431264$	$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} X_{ij}^2$ $= 143854$

Прежде всего вспомним известную из математической статистики упрощённую формулу для вычисления суммы квадратов отклонений, вывод которой можно найти в литературе[3]:

$$\sum_{1}^{m}(X-\overline{X})^2=\sum_{1}^{m}X^2-\frac{(\sum_{1}^{m}X)^2}{m}$$

Воспользуемся этой формулой для расчётов и оценим **общую вариацию:**

$$1)\ \mathrm{Q}_{общ}=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij}-\overline{X})^2=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}X_{ij}{}^2-\frac{(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}X_{ij})^2}{nk}=$$

$$=143854-(1732)^2:21=143854-142849=1005.$$

Тем, кого ещё пугает арифметика, полезно сопоставить эту формулу и эти цифры с содержанием табл. 18. Тогда символика и происхождение цифр станут очевидными. Например, 21 – общее число проведённых тестов («человеко – попыток»), 1732 – сумма всех результатов тестирования, а 143854 – сумма возведённых в квадрат результатов тестирования.

2) **Межиндивидуальная вариация** зависит от того, насколько сильно различаются средние арифметические значения результатов, показанных испытуемыми. Поскольку каждый испытуемый делает k попыток, запишем:

$$\mathrm{Q}_{м}=k\sum_{i=1}^{n}(\overline{X}_i-\overline{X})^2=k\sum_{i=1}^{n}\overline{X}_i{}^2-k\frac{(\sum_{i=1}^{n}\overline{X}_i)^2}{n}$$

Можно было бы вести расчёты по этой формуле, но тогда пришлось бы вычислять индивидуальные средние, которых нет в табл. 18. Разумеется, это несложно. Но для единообразия лучше пользоваться только теми промежуточными результатами, которые уже есть в таблице. Чтобы это стало возможным, вспомним, что индивидуальная средняя есть сумма результатов данного испытуемого, разделённая на число попыток:

$$\overline{X}_i=\frac{\sum_{j=1}^{k}X_{ij}}{k},\ \textit{откуда}\quad \overline{X}_i^2=\frac{(\sum_{j=1}^{k}X_{ij})^2}{k^2}$$

С учётом сказанного, формула примет следующий вид, удобный для расчётов:

$$Q_м = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\sum_{j=1}^{k} X_{ij})^2}{k} - \frac{(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} X_{ij})^2}{kn} = \frac{431264}{3} - \frac{(1732)^2}{21} =$$

$$= 143754 – 142849 = 905$$

3) **Внутрииндивидуальная вариация** определяется нестабильностью результатов каждого спортсмена, а конкретно – тем, насколько отличаются отдельные результаты от его среднего результата:

$$Q_{вн} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij} - \overline{X}_i)^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} X_{ij}^{\ 2} - \frac{\sum_{i=1}^{n}(\sum_{j=1}^{k} X_{ij})^2}{k}$$

$$= 143854 – 431264 : 3 = 143854 – 143754 = 100$$

*<u>Примечание:</u> Рассмотренный вариант дисперсионного анализа называют **однофакторным**, поскольку он позволяет оценить вклад лишь одного фактора (различий между спортсменами) в общую вариативность результатов тестирования. Более полную информацию можно получить, если разложить внутрииндивидуальную вариацию ($Q_{вн}$) на её компоненты – например, на вариацию между попытками ($Q_п$) и «остаточную» вариацию ($Q_{ост}$), олицетворяющую собой ошибки измерений. Причём $Q_{вн} = Q_п + Q_{ост}$ и, следовательно, $Q_{общ} = Q_м + Q_п + Q_{ост}$. Такой вариант дисперсионного анализа называется **двухфакторным.***

4) Вариация между попытками определяется тем, насколько усреднённые результаты всех испытуемых в первой попытке, во второй попытке и т.д. отличаются от среднего значения всех показанных результатов. По аналогии с формулами в пункте 2:

$$Q_п = n\sum_{j=1}^{k}(\overline{X}_j - \overline{X}) = \frac{\sum_{j=1}^{k}(\sum_{i=1}^{n} X_{ij})^2}{n} - \frac{(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} X_{ij})^2}{nk} =$$

$$= 999946 : 7 – 1732^2 : 21 = 142850 – 142849 = 1$$

5) И, наконец, остаточная вариация:

$$Q_{ост} = Q_{общ} – Q_{м} – Q_{п} = 1005 – 905 – 1 = 99.$$

Сведём полученные результаты в табл. 19, включив в неё данные о степенях свободы и дисперсиях.

Таблица 19.

Итоги дисперсионного анализа при расчёте внутриклассового коэффициента корреляции

Вид вариации	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Дисперсия	Отношение дисперсий
Общая	1005	nk – 1 = 20	$\sigma_{общ}{}^2 = 50{,}2$	
Межинди-видуальная	905	n – 1 = 6	$\sigma_{м}{}^2 = 150{,}8$	$\sigma_{м}{}^2 / \sigma_{общ}{}^2 = 3{,}0$
Внутрииндивидуальная	100	n (k – 1) = 14	$\sigma_{вн}{}^2 = 7{,}1$	
Между попытками	1	k – 1 = 2	$\sigma_{п}{}^2 = 0{,}5$	$\sigma_{п}{}^2 / \sigma_{ост}{}^2 = 0{,}06$
Остаточная	99	(n – 1)(k – 1) = 12	$\sigma_{ост}{}^2 = 8{,}3$	

Таблица содержит все необходимое для оценки надёжности теста. Но, прежде чем вычислять коэффициент надёжности, необходимо убедиться в том, что изменения результата тестирования от попытки к попытке статистически незначимы, или, говоря языком теории тестов, «тренд отсутствует». В данном примере это условие выполняется, поскольку отношение дисперсии между попытками к остаточной дисперсии $\sigma_{п}{}^2 / \sigma_{ост}{}^2 = 0{,}06$, что меньше граничного значения (см. в таблицах критерия F-Фишера). Следовательно, в рассматриваемом случае вариация результатов тестирования от попытки к попытке носит случайный характер и может быть объединена с остаточной (ошибочной) вариацией. В этой связи вспомним, что $Q_{п} + Q_{ост} = Q_{вн}$, т.е. внутрииндивидуальная вариация складывается из остаточной вариации и вариации от попытки к попытке.

Теперь есть все необходимое для подсчёта коэффициента надёжности по формуле внутриклассового коэффициента корреляции:

$$r'_{tt} = \frac{\sigma_{м}^{2} - \sigma_{вн}^{2}}{\sigma_{м}^{2}} = \frac{150{,}8 - 7{,}1}{150{,}8} = 0{,}95$$

Итак, надёжность теста оказалась высокой – на границе между «хорошо» и «отлично». Но представим себе, что необходимо довести надёжность до ещё более высокого уровня. Самый простой способ достичь этого – повторить процедуру тестирования несколько раз, а результатом его считать среднее значение полученных при измерении чисел.

Откроем секрет: именно так был сконструирован тест, надёжность которого только что найдена; каждая исходная цифра в табл. 19 есть среднее арифметическое значение четырёх (f = 4) результатов (в секундах) лыжника на дистанции 250 м.

Немного изменив приведённую выше формулу, можно предсказать надёжность теста, состоящего из f' одинаковых процедур по данным о тесте, состоящим из f повторений:

$$r'_{tt} = \frac{\sigma_{м}^{2} - \sigma_{вн}^{2}}{\sigma_{м}^{2} + (\frac{f}{f'} - 1)\sigma_{вн}^{2}}$$

Например, надёжность рассмотренного теста с кардиолидером для лыжников-гонщиков при однократном ($f' = 1$) измерении времени пробегания отмеренного отрезка уже не отличная, а только удовлетворительная:

$$r'_{tt} = \frac{150{,}8 - 7{,}1}{150{,}8 + (\frac{4}{1} - 1)\,7{,}1} = 0{,}83$$

Для тех, кто лаконичности формулы предпочитает наглядность графика, на рис. 45 приведена графическая зависимость коэффициента надёжности от числа повторений процедуры тестирования.

Получением результатов измерения или тестирования контрольное испытание не заканчивается. **Необходимо дать оцен-**

ку полученным результатам. Этой цели служат шкалы педагогических оценок, позволяющие выразить результаты в очках или баллах. Такая оценка результатов измерения и тестирования необходима потому, что один и тот же результат должен интерпретироваться по-разному, в зависимости от индивидуальных особенностей человека (пола, возраста, состояния здоровья, профессии и т.д.) и от условий, в которых проводились исследования.

Формирование шкалы педагогических оценок – дело чрезвычайно трудоёмкое. Предположим, нужно разработать шкалу для мальчиков в возрасте от 10 до 18 лет. Разделим испытуемых на возрастные группы. Поскольку необходимо по-разному оценивать результаты мальчиков и девочек, количество групп удвоится. Для обеспечения статистической значимости результатов в каждую группу должно войти не менее 100 – 200 испытуемых. При этом каждое измерение желательно выполнить не менее двух раз. Легко подсчитать, что общее число измерений составит несколько тысяч и, каким бы простым ни было контрольное задание, сбор необходимой информации и её обработка отнимут много времени и труда. Затраты, однако, окупаются достоинствами полученной шкалы, которую можно отнести к классу **квантильных шкал.**

Рассмотрим пример квантильной шкалы (табл. 20). В столбце, соответствующем возрасту 10 лет, собраны цифры, которые свидетельствуют о следующем:

1) лучший результат в данной возрастной группе равен 26,5 м; иначе говоря, результат 26,5 м и ниже показали 100 % испытуемых;

2) худший результат равен 3,4 м;

3) результат 8,5 м и ниже показали 10% испытуемых;

4) результат 14,6 м и ниже показала половина испытуемых.

Предполагается, что здесь выборка испытуемых является представительной, т.е. отражает физические возможности всех десятилетних мальчиков (именно для выполнения этого предположения при составлении шкалы необходимо исследовать несколько сот человек из каждой возрастной группы). Представительность выборки предопределяет процедуру практического использования шкалы. Испытуемый выполняет двигательное задание. Показанный результат измеряется и сравнивается со шкалой. В итоге определяется, какой процент мальчиков (или девочек) своего возраста обогнал испытуемый.

Таблица 20.

Шкала оценок результатов мальчиков 10 – 18 лет в ударе ногой по мячу на дальность (в метрах) –
(по Johnson, Nelson, 1974)[4]

Децили	Возраст (лет) и результаты (м)							
	10	11	12	13	14	15	16	17 – 18
100	26,5	30,5	35,0	46,0	49,0	52,0	49,0	55,0
90	19,5	23,5	26,9	30,0	33,5	36,3	38,5	39,0
80	17,7	21,4	24,2	27,5	31,5	33,2	34,8	36,5
70	16,8	20,2	22,9	25,4	29,3	31,1	32,4	33,5
60	15,6	19,0	21,4	23,8	27,5	29,3	30,5	31,7
50	14,6	17,4	20,2	22,3	25,6	27,8	29,0	30,0
40	13,7	16,2	18,6	20,7	23,8	26,3	27,5	28,4
30	12,8	14,6	17,1	19,2	22,0	24,1	25,4	26,3
20	11,6	12,8	15,3	17,4	20,2	22,4	22,6	23,2
10	8,5	10,4	12,2	13,4	16,8	19,0	19,6	19,6
0	3,4	2,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Таблицы 21 – 23 содержат ещё несколько шкал, которые помогают объективно оценивать и регулярно контролировать физические возможности ребёнка. Все эти шкалы принадлежат к числу **квантильных** шкал и имеют сигмовидную форму (рис. 46). Точнее говоря, это **децильные** шкалы, поскольку они разделены на 10 интервалов.

Более точные шкалы называются **перцентильными** (от англ. percent). Они разделены на 100 интервалов; каждый интервал равен 1/100 части, или одному проценту всей шкалы. За повышенную точность надо платить. И поэтому для составления перцентильной шкалы требуется в 10 раз больше измерений, чем для формирования децильной шкалы.

Можно не только усложнить, но и упростить шкалу оценивания, если разделить её не на 100 или 10, а всего на четыре отрезка. Такая шкала называется **квартильной** и применяется для получения приближённых оценок.

Таблица 21.

Шкала для оценивания скоростных качеств (в секундах) по результату в беге на 50 ярдов (45,6 м)[4]

Децили	Возраст, лет.							
	10	11	12	13	14	15	16	17 – 18
100	6,0	6,0	6,0	5,8	5,8	5,6	5,6	5,6
90	7,1	7,2	7,0	6,7	6,4	6,2	6,1	6,0
80	7,5	7,5	7,2	7,0	6,7	6,5	6,3	6,2
70	7,8	7,7	7,5	7,1	6,9	6,6	6,4	6,3
60	8,0	7,8	7,6	7,3	7,0	6,7	6,5	6,5
50	8,2	8,0	7,8	7,5	7,1	6,9	6,7	6,6
40	8,5	8,1	8,0	7,6	7,2	7,0	6,8	6,7
30	8,7	8,4	8,2	7,9	7,5	7,1	6,9	6,9
20	9,0	8,7	8,4	8,0	7,8	7,3	7,1	7,0
10	9,5	9,1	8,9	8,4	8,1	7,7	7,5	7,3
5	10,0	9,5	9,2	8,9	8,6	8,1	7,8	7,7
0	12,0	11,9	12,0	11,1	11,6	12,0	8,6	10,6
Девочки								
100	6,0	6,0	5,9	6,0	6,0	6,4	6,0	6,4
90	7,3	7,4	7,3	7,3	7,2	7,3	7,3	7,3
80	7,7	7,7	7,6	7,6	7,5	7,6	7,5	7,6
70	8,0	8,0	7,9	7,8	7,7	7,8	7,9	7,9
60	8,2	8,1	8,0	8,0	7,9	8,0	8,0	8,0
50	8,5	8,4	8,2	8,1	8,0	8,1	8,3	8,2
40	8,8	8,5	8,4	8,4	8,3	8,3	8,5	8,5
30	9,0	8,8	8,7	8,6	8,6	8,6	8,8	8,8
20	9,2	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
10	9,6	9,6	9,5	9,5	9,5	9,5	9,9	9,5
5	10,0	10,0	10,0	10,2	10,4	10,0	10,5	10,4
0	14,0	13,0	13,0	15,7	16,0	18,0	17,0	12,0

Таблица 22.

Шкала для оценивания силовых качеств по максимальному числу подтягиваний[4]

Децили	Возраст, лет							
	10	11	12	13	14	15	16	17 – 18
100	66	79	64	80	60	74	74	76
90	24	25	23	21	22	22	26	25
80	18	17	15	15	16	16	16	16
70	13	13	11	12	11	13	12	12
60	10	10	8	9	9	10	9	10
50	7	8	6	7	7	8	7	8
40	6	5	5	5	5	6	5	6
30	4	4	3	3	3	3	3	4
20	2	2	1	1	1	1	1	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мальчики (высокая перекладина)								
100	16	20	15	24	20	25	25	32
90	7	7	7	9	10	11	13	14
80	5	5	5	7	8	10	11	12
70	4	4	4	5	7	8	10	10
60	3	3	3	4	6	7	9	7
50	2	2	2	3	5	6	7	8
40	1	1	1	2	4	5	6	7
30	1	1	1	1	3	4	5	5
20	0	0	0	0	2	3	4	4
10	0	0	0	0	0	1	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 23.

Шкала для оценивания силы ног и выносливости по максимальному числу приседаний[4]

Перцетили	Возраст, лет.							
	10	11	12	13	14	15	16	17 – 18
Мальчики								
100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100
80	76	89	100	100	100	100	100	100
70	57	60	75	99	100	100	100	100
60	50	50	59	75	99	99	99	85
50	41	46	50	60	70	80	76	70
40	34	35	42	50	60	61	63	57
30	28	30	35	41	50	50	50	50
20	23	23	28	35	40	42	42	40
10	15	17	20	25	30	33	34	30
5	11	12	15	20	24	27	28	23
0	0	0	0	0	0	0	0	0
Девочки								
100	50	50	50	50	50	50	50	50
90	50	50	50	50	50	50	50	50
80	50	50	50	50	49	42	41	45
70	50	50	50	45	37	35	34	35
60	39	37	39	38	34	30	30	30
50	31	30	32	31	30	26	26	27
40	26	26	26	27	25	24	24	23
30	21	22	22	22	21	20	20	20
20	16	19	18	19	18	16	16	16
10	11	12	13	12	13	11	11	12
5	8	10	7	10	10	8	7	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Важнейшим параметром шкалы является её форма. **Квантильные** шкалы своей **сигмовидной** формой обязаны нормальному закону распределения.

Полезное упражнение: объясните, почему это так, взглянув предварительно на рис. 15 и рис. 46.

Другие шкалы оценивания имеют иную форму. Наиболее распространены **пропорциональные, регрессирующие** и **прогрессирующие** шкалы (рис. 47). **Пропорциональные** шкалы оценивают рост мастерства независимо от уровня показанных результатов. **Регрессирующие** шкалы дают наибольший прирост оценки в области низких результатов; тем самым стимулируется, например, массовость спорта.

Прогрессирующие шкалы стимулируют стремление к наивысшим достижениям. Прогрессирующие и регрессирующие шкалы могут иметь различные **коэффициенты прогрессирования (регрессирования).** Взгляните ещё раз на рис. 47 и сравните графики «В» и «Г». Шкала, соответствующая графику «Г», имеет более высокий коэффициент прогрессирования и, благодаря этому, свойства прогрессирующей шкалы в ней выражены более отчётливо. Если за физическую подготовленность платить деньги (как это делают во многих европейских спортивных клубах), то при оценивании по шкале «Г» для получения премии придётся потрудиться больше, чем при оценивании по шкале «В».

Изменяя форму шкалы, можно влиять на тот процесс или то качество, которое является объектом контроля. Следовательно, шкала оценивания – не только элемент системы контроля. При правильном её использовании она становится механизмом управления оздоровительной или спортивной деятельностью. Ибо с помощью разумно выбранной шкалы удаётся ввести в действие и при необходимости видоизменить стимулы, побуждающие человека задуматься о своём здоровье и всерьёз им заняться.

Заметим, что та же методология плодотворна и в других сферах человеческой деятельности – например, в бизнесе.

А теперь небольшое «лирическое отступление». Известно, что отношение к тестированию и научно обоснованным методам оценивания у нас всегда было неоднозначным. Было время, когда эти и им подобные отрасли знания (например, социометрию) относили к «лженаукам». Между тем, они богаты идеями и практически полезны, так как позволяют ответить на многие важные вопросы и в том числе на вопрос о соответствии свойств человека особенностям той или иной деятельности.

Здесь методы контроля помогают решить много проблем. Например: человек и профессия, человек и индивидуальная программа оздоровительных мероприятий, спортсмен и вид спорта или амплуа в рамках избранного вида спорта. Найти людей, которые наилучшим образом справятся с работой (при всём несходстве разных видов деятельности!), и помочь каждому человеку найти своё призвание (при том, что ни один из нас не похож на другого!) – много ли на свете проблем более гуманных и жизненно важных?

Освоив методы тестирования и оценивания, мы приблизились к умению строить «профиль профессии», «профиль способностей» и «профиль деятельности», то есть к искусству составлять прекрасные и полезные букеты из листьев, сорванных с «древа качества». Это неисчерпаемая тема. Мы ограничимся несколькими примерами, которые познакомят с основными приёмами этого искусства и позволят в дальнейшем составлять букеты самостоятельно.

Начнём с самого простого «букета» – с оценки какого-либо свойства по двум показателям. Например, пусть требуется предсказать результат в прыжке в длину с места (показатель скоростно-силовых качеств) по результатам измерения роста и веса. Для этого можно воспользоваться номограммой (рис. 48), для составления которой, разумеется, потребовалось провести немало экспериментальных исследований и расчётов. Обратите внимание, что даже в такой простой номограмме заключено немало хитростей. Почему, например, шкалы веса тела для юношей и девушек разнонаправлены: у юношей длина прыжка с увеличением массы тела растёт, а у девушек – уменьшается. Может быть, всё дело – в разном составе тела у юношей и девушек?

Следующий «букет» из показателей контроля относится к художественной гимнастике. Речь идёт об оценке качества прыжков по биомеханическим показателям (исследования проведены Т. П. Лазаренко). Гимнастки выполняли прыжки на динамографической платформе, что позволяло измерить время опоры, время полёта, максимальную силу отталкивания. Судейская бригада оценивала качество прыжка. По окончании измерений вычисляли коэффициенты корреляции между оценкой качества и биомеханическими показателями. Было установлено, что, например, при выполнении прыжка «в шпагат» эти коэффициенты равны:

– для длительности фазы полёта (t_n) r = 0,70;

– для максимальной силы отталкивания ($F_м$) r = 0,49;

– для отношение времени опоры к времени полёта (t_{on} / t_n) r = 0,78

Объединив эти показатели, можно поднять информативность до 0,97, то есть получить «батарею тестов» с отличной информативностью. Для этого составляется уравнение множественной регрессии вида:

$$Q = a_1 t_n + a_2 F_м + a_3 t_{on} / t_n$$

Затем подбирается такое сочетание коэффициентов a_1, a_2, a_3, при котором максимизируется корреляция между оценкой по биомеханическим показателям (Q) и судейской оценкой качества прыжка.

По-сути, из отдельных тестов готовится «коктейль» самого изысканного вкуса, подобно тому, как это делается из напитков.

Оба примера показывают, как из листьев на «древе качества» составлять «букеты» – высокоинформативные тесты, необходимые для оценки состояния здоровья человека, его двигательных качеств и многого – многого другого.

В.Л.Уткин

Литература:

1. Меркурьева Е. К. «Основы биометрии». – М.: Изд. МГУ, 1963.

2. Фишер Р. А. Статистические методы для исследователей. – М.: Госиздат, 1958.

3. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976.

4. Johnson B. L., Nelson J. K. Practical Measurements for evaluation in physical education. – Minneapolis, 1974. – 478 p.

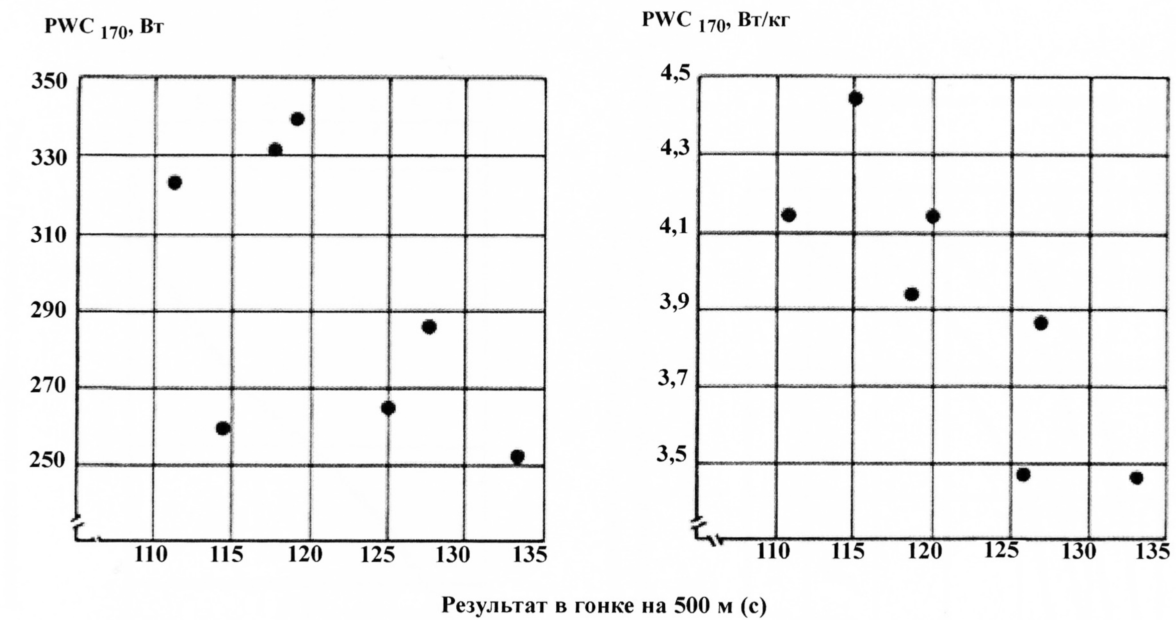


Рис. 43. Корреляционные поля, иллюстрирующие зависимость между результатом в гонке на байдарке на дистанции 500 м (по горизонтали) и PWC_{170} (по вертикали: слева – абсолютные величины PWC_{170}, Вт; справа – в пересчёте на 1 кг веса тела, Вт/кг)

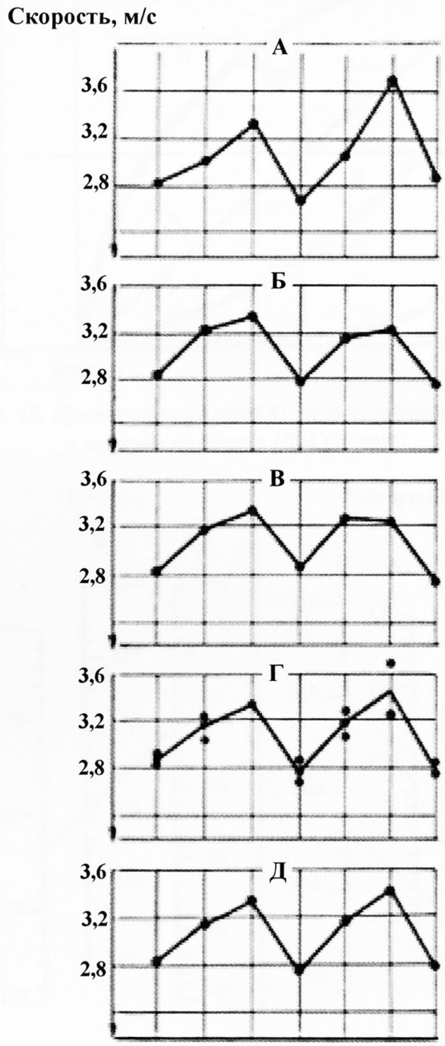


Рис. 44. Графики тестирования лыжников при помощи кардиолидера

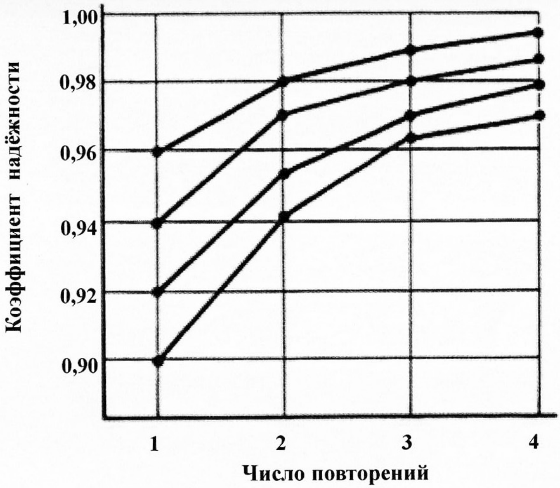


Рис. 45. Графическая зависимость коэффициента надёжности от числа повторений процедуры тестирования

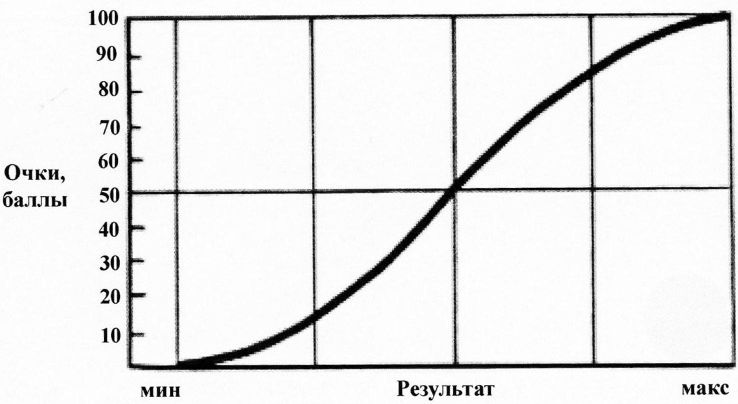


Рис. 46. Графическое изображение сигмовидной шкалы оценивания

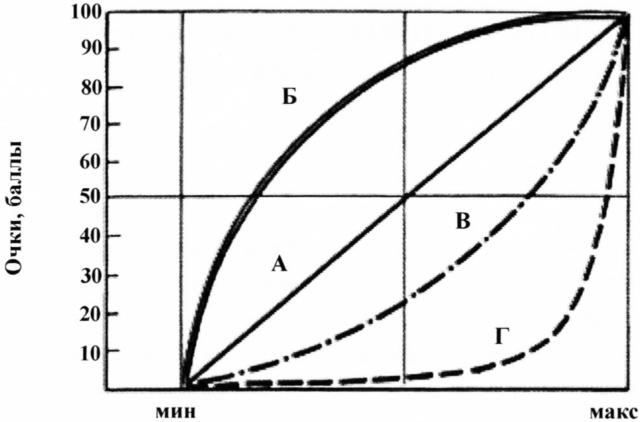


Рис. 47. Пропорциональная (А), регрессирующая (Б) и прогрессирующая (В, Г) шкалы

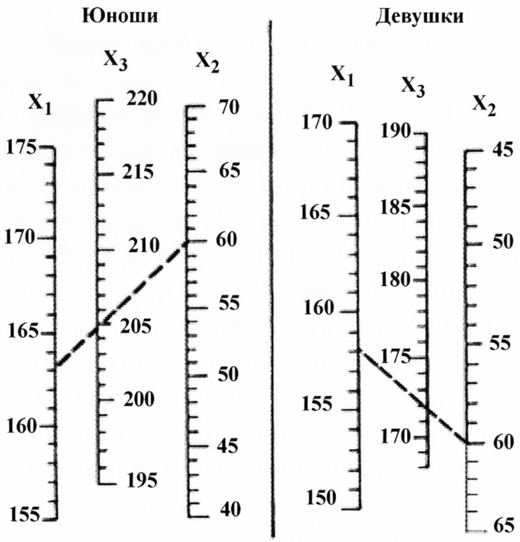


Рис. 48. Номограмма для предсказания длины прыжка с места по показателям роста и веса у юношей и девушек: X_1 – рост, X_2 – вес, X_3 – прогнозируемая длина прыжка с места, у юношей длина прыжка с увеличением массы тела растёт, а у девушек – уменьшается

Глава 4. ОБ ИЗМЕРЕНИИ КРАСОТЫ, или о чём поведал дельфийский оракул

Эстетика движений – самый поэтичный и, вместе с тем, наименее ясный вопрос в проблеме двигательной культуры. Ведь «о вкусах не спорят». И точная оценка красоты – вопрос, не решённый пока даже в квалиметрии, специально изучающей методы количественной оценки качественных показателей.

Вместе с тем, красота движений – популярная тема, интересующая многих. И не только специалистов по гимнастике, фигурному катанию, прыжкам в воду и синхронному плаванию, но и модельеров одежды, театральных работников, имиджиологов. В той или иной мере красота движений интересует каждого из нас. Никуда не денешься от того факта, что в подавляющем большинстве случаев телесная красота сопутствует физическому благополучию, хорошему самочувствию и здоровью.

Красота – понятие субъективное. Нельзя не учитывать вкусов и идеалов человека оценивающего, который может принадлежать к прагматикам (сторонникам практической пользы) либо к романтикам. Последней точки зрения придерживались, например, Э. Кант и Г. В. Плеханов, решительно выступавшие против «утилизации» красоты. По их мнению, чувство прекрасного есть способность судить о предмете на основании эстетического удовольствия или неудовольствия, свободного от всякого интереса и соображений пользы. Романтический взгляд на красоту в полушутливой форме оправдывал и Гегель. «Рассматривая индивидуальные вкусы людей, мы увидим, что, если не каждый супруг свою жену, то, по крайней мере, каждый жених свою невесту находит красивой – даже, может быть, исключительно красивой. И то обстоятельство, что по отношению к этого рода красоте субъективный вкус не подчинён никаким правилам, можно считать счастьем для обоих партнёров».

Понятно, что связь между внешним обликом человека и состоянием его здоровья носит вероятностный характер. И потому закономерно стремление использовать для анализа этой взаимосвязи информацию о большом числе людей, обработанную на компьютерах. В этом случае, по мнению профессора А. И. Китайгородского, красота может стать предметом математически точного исследования. Реализация такого подхода в принципе осуществима. В архивах медицинских учреждений земного шара собрана информация о состоянии здоровья и соматических (от лат. soma – тело) показателях сотен миллионов людей. Однако не ясно, какое сочетание соматических признаков соответствует красивой внешности. А без этого невозможно целенаправленное приближение к идеалу красоты.

Один из подходов к объективизации эстетического идеала предложил Леонардо да Винчи, который ввёл в искусство и архитектуру термин «золотое сечение». Согласно правилу золотого сечения, меньшая часть любого предмета должна относиться к большей так, как большая – к их суммарной величине. Это соотношение часто рекомендуют выбирать равным 3:5.

У обладающего красивой внешностью, пропорционально сложенного человека талия делит тело в «золотом сечении» – так же, как коленный сгиб делит ногу, а локтевой – руку (рис. 49).

Другой способ выявить эстетический идеал можно назвать сравнительным. Люди выбирают себе образец для подражания, сравнивают себя с ним и стараются быть похожими на него. В разное время такими кумирами становились многие эстрадные певцы, киноактеры, политические деятели, спортсмены – в том числе например, мужчины и женщины, пропагандирующие атлетическую и ритмическую гимнастику, например, американцы Арнольд Шварценеггер и Джейн Фонда.

Нередко эталонные размеры тела собирают в таблицы.

В этом случае появляется возможность узнать, как размеры Вашего тела отличаются от «идеальных» и наметить пути исправления недостатков телосложения. Но, разумеется, буквальное копирование другого человека – не самый лучший путь. Ведь каждый из нас неповторим, оригинален и красив порой именно тем, чем отличается от других людей.

Ещё один подход к количественной оценке внешних данных человека основан на обращении к произведениям изобразительного искусства и историческим документам. В произведениях живописи и скульптуры мастер стремится выразить своё представление о красоте, которое созвучно эстетическим идеалам современного ему общества или несколько опережает их.

Чтобы лучше понять и оценить современные эталоны красоты, проследим, как исторически менялись представления об идеальной форме человеческого тела. Ибо, как писал Н. А. Бернштейн, «нет в природе такого явления, суть которого можно понять, не вникая в то, как оно возникло... Каждое явление окружающего нас мира имеет свою биографию, и мы не можем обсуждать это явление, не ознакомясь с нею»[1]. Есть своя биография и у эстетического идеала – т.е. образца, соответствующего общепринятому в данный период времени представлению о красивом.

Начнём наш экскурс со скульптурных портретов, созданных более пяти тысячелетий назад в Древнем Египте. Для них характерны грубая сила и телесная мощь. Фараоны и знать Древнего царства были воинами, завоевателями, и физическая сила была им необходима. Такова скульптурная группа «Фараон Микерин и две богини» (III тысячелетие до н.э. – рис. 50).

Во времена Нового Царства завоевательные войны приутихли. Утопая в роскоши, жрецы и высшая знать вели между собой нескончаемую политическую борьбу за власть. Успех в ней зависел не столько от физической силы, сколько от богатства и хитроумия. К этому времени относится известное скульптурное изображение фараона Тутанхамона (XIY век до н.э.).

Как видим, представление о красивом не постоянно: оно меняется, если изменяются условия жизни людей. И всякий раз красивым считают то, что в наибольшей степени отвечает соображениям практической пользы. Например, лесоруб красив, если это физически сильный, выносливый человек. Но ведь никто не назовёт некрасивым скрипача только потому, что его мускулатура менее развита, чем у лесоруба. Так реализуется закономерность, которую знаменитый французский архитектор Ле Корбюзье возвёл в ранг принципа: «функциональное прекрасно!». Иначе говоря, прекрасно всё, что в полной мере отвечает своему предназначению.

Подчинённость эстетического идеала соображениям целесообразности, тесно связанным с условиями жизни и устремлениями людей, становится ещё очевиднее, если сопоставить изображения нагого тела в шедеврах античного искусства, средних веков и эпохи Возрождения.

В греческой культуре времён расцвета Эллады запечатлены образцы телосложения победителей Олимпийских игр и военных сражений. Гармонично развитые, мускулистые тела свидетельствуют о крепком здоровье и физической мощи их обладателей. Представление о физическом совершенстве как о важнейшем достоинстве человека отвечало условиям жизни в ту эпоху: древние греки были мореплавателями, воинами, охотниками, пахарями.

Женские образы античного искусства столь же прекрасны и целесообразны. Женщины Эллады, говоря современным языком, были готовы к труду и обороне (рис. 51). И не случайно женщины – воительницы встречаются на страницах истории Древней Спарты и Афин. Фигуры молодых эллинок хорошо приспособлены и для продолжения рода.

Известно, что рождение ребёнка у человека протекает труднее, чем у животных. Объясняется это тем, что вертикальное положение тела обусловило сближение головок бедренных костей, что облегчает выносливую ходьбу и быстрый бег. Но процесс рождения ребёнка требует широкого таза, поскольку новорожденный имеет непропорционально большую голову. В ходе эволюции это противоречие усугублялось. Увеличение размеров мозга, а, значит, и головы плода требовало расширения таза матери, а вертикальная походка – его сужения. Такое несоответствие частично разрешается тем, что при родах череп ребёнка сдавливается тем больше, чем уже бёдра у матери.

Античное искусство отразило женские пропорции, целесообразные для продолжения рода. Это качество слилось с эротическим восприятием подруги, которая сильна, может выносить ребёнка и не будет искалечена при первых же родах. Сравнительно тонкая талия – анатомическая компенсация широких бедер, обеспечивающая подвижность и гибкость тела.

Физическая мощь особенно ценилась в странах с суровым климатом, где мышечная сила и выносливость жизненно необходимы. Не случайно в изобразительном искусстве разных стран мы встречаем образы богатырей – воинов и тружеников. Богато ими и искусство нашей страны, причём не только мужские (рис. 52), но и женские образы россиян дышат здоровьем и силой. Суровая природа и военные лихолетья нередко вынуждали жён и матерей брать на свои плечи мужские заботы. И было им не до внешности. Потому-то образы «красавицы» и «русской Венеры» тех времён (рис. 53) далеки и от эллинского, и от современного эстетического идеала. Но из тех же лет до нас дошли образцы совершенно иной эстетики тела, обусловленные требованиями профессии (рис. 54). Балерина во все времена остаётся балериной!

Как видим, на всём протяжении истории человечества представление о телесной красоте тесно увязывалось с пользой для здоровья или профессии. Но были и исключения из этого правила. В пору средневековья забота о телесном совершенстве считалась делом греховным. Религия, особенно католическая, проповедовала аскетизм, умерщвление плоти, а богословы утверждали, что физкультура суть «исчадие ада и беснование еретиков». В XIII веке в Макленбурге несколько человек были сожжены на костре за то, что они «поступили безбожно и бесчестно, плавая в пруду на глазах толпы». В XYI – XYII веках в России закон запрещал «столь опасные развлечения, как катание на коньках и бег на лыжах».

Постепенное возвращение к эстетическим идеалам античности началось в эпоху Возрождения (рис. 55).

Современный идеал телесной красоты ярче всего воплощён в облике выдающихся спортсменов (рис. 56). Систематические тренировки сделали их мускулистыми и стройными. Внешняя привлекательность сочетается с высокими объективными показателями двигательных качеств (выносливости, силы, быстроты, ловкости, гибкости). Поэтому к двигательной деятельности мастеров спорта и балета обращаются, когда хотят выявить эталоны красоты движений. Говоря словами Ле Корбюзье, «здесь вступают в действие математические способности нашего разума: наслаждаясь зрелищем, мы одновременно находим в нём отражение законов мироздания».

В истории формирования современного эстетического идеала не обошлось без курьёзов. Иначе не назовёшь, например, культуризм. Неестественно «накачанные», гипертрофированные мышцы культуристов (рис. 57) не могут восприниматься как красивые уже потому, что они «не функциональны», не отвечают своему основному предназначению – обеспечивать эффективные движения человека. Интуитивное неприятие массовым сознанием эстетики культуризма получило и научное подтверждение. Дело в том, что увеличить мышцы до такой степени практически невозможно без применения анаболических стероидов. А приём анаболиков – опасный эксперимент; эти препараты способствуют возникновению многих заболеваний и, в частности, подавляют репродуктивную функцию человека. Мужчины и женщины, регулярно принимающие анаболики, часто становятся пациентами сексопатологической клиники.

По этой причине культуризм в последнее время постепенно уступает своё место атлетической гимнастике, где соображения здоровья стоят во главе угла, а оригинальные формы тела отходят на второй план.

Другой курьёз – распространённые некогда корсеты. Талия женщины в корсете кажется тоньше, чем есть на самом деле. Но расплачиваться за эту иллюзию красоты приходится здоровьем, ибо длительное ношение корсета приводит к деформации грудной клетки.

Корсеты, разного рода накладки, имплантанты и другую «бутафорию» неразумно использовать прежде всего потому, что стройную талию, высокую грудь, рельефную мускулатуру не так уж трудно приобрести путём регулярного выполнения несложных физических упражнений.

Красота движений привлекательнее, чем красота статичных форм. Этому обязано своим существованием балетное искусство, а также эстетико-технические виды спорта (гимнастика, фигурное катание, синхронное плавание и др.). Красивы движения опытного лесоруба, косаря, монтажника, хотя эстетичность не относится к числу критериев оптимальности их деятельности. На протяжении всей соревновательной дистанции красивы движения мастера спорта – бегуна, конькобежца, лыжника, хотя его внешний вид на финише гонки зачастую далёк от изящества. Возникает вопрос, что в этих случаях лежит в основе наших эстетических оценок?

Видимо, можно ответить так. Подобно тому, как неразрывно связаны между собой здоровье и внешний вид человека, красота его движений свидетельствует о физическом и психическом здоровье, а также о высокой квалификации в данном виде труда. Движения профессионала, мастера своего дела бывают ловкими до тех пор, пока у него в полной мере сохраняется здоровье.

Здоровье и красота движений образуют неразрывное двуединство: здоровье – залог красоты, а привычка двигаться правильно, красиво – одно из условий двигательного совершенства и долголетия.

Известно, что положительную эстетическую реакцию вызывают результативные, легкие, непринуждённые и пластичные движения. В спорте и сценическом искусстве высоко оценивается оригинальность движений, новизна элементов. В массовой физкультуре, а также в быту и труде на первом плане – рациональность движений и, в частности, их экономичность.

Экономичность движений – отдельная тема, заслуживающая самого пристального внимания. Не так давно выражения «оптимальные движения» и «экономичные движения» воспринимались как синонимы. Но и теперь, зная о многообразии критериев оптимальности, мы по праву признаём главенствующую роль экономичности.

Экономичные, «легкие» движения в большинстве случаев воспринимаются как красивые. Но заметьте, что экономичность здесь понимается как малые затраты на единицу выполненной работы, а не в единицу времени. Как мы сейчас увидим, это далеко не одно и то же. Энергозатраты в единицу времени минимальны при полном покое. А энергозатраты в движении минимальны при мышечной работе, интенсивность которой не так уж мала. Так, наиболее экономичная скорость ходьбы 50-летнего мужчины близка к 1,7 м/с, или 6 км/час (рис. 59). С непривычки такая ходьба может утомить, но здоровому, физически сильному человеку некомфортно ходить медленнее. Медленная ходьба, как ни странно, весьма утомительна. Вспомните хотя бы усталость после посещения музея или магазина. Она объясняется тем, что нарушен «принцип минимума энергозатрат». Согласно этому принципу, как считал французский ученый Мопертюи, «нормальный человек в нормальных условиях выбирает тот режим деятельности, при котором минимальны затраты энергии на выполнение этой деятельности».

Отступление от принципа минимума, когда движения замедленны, ведёт к утомлению, а у окружающих вызывает отрицательно окрашенную эмоциональную реакцию. Действительно, мало кому нравится неряшливая, шаркающая походка. И как жаль, что многие наши сограждане ходят именно так! Но всё поправимо: на рис. 59 легко найти соответствующую Вашему возрасту оптимальную скорость ходьбы. Привыкнув к оптимальному режиму ходьбы, почувствуете себя бодрее и выглядеть будете привлекательнее.

Таким образом, при оценке ходьбы (а также бега, езды на велосипеде, плавания и т.п.) можно ввести количественные меры красоты движений, например, на основе измерения их экономичности. А вот при анализе других, более сложных движений такой возможности практически нет. Но потребность в этом имеется – в театральном искусстве, эстетико-технических видах спорта (художественной гимнастике, фигурном катании, синхронном плавании и др.), на различных конкурсах красоты.

Во всех этих случаях на помощь приходит **квалиметрия** (от слов *qualitas* – качество, *metron* – мера) и прежде всего её раздел, посвящённый методам экспертных оценок.

Экспертиза (от лат. expertus – опытный, сведущий) это, по существу, сбор и обобщение мнений отдельных людей. Девиз экспертизы: «ум – хорошо, а два – лучше».

Экспертиза бывает индивидуальной (когда к решению задачи привлекается один специалист) и групповой. Эксперты могут устно высказывать своё мнение или заполнять специальные анкеты.

К интуиции специалистов обращаются всякий раз, когда математически точно решить какую-то проблему невозможно или очень трудно. Порой лучше получить приблизительное решение немедленно, нежели идти долгим путём к точному решению. Но интуитивная оценка целиком зависит от индивидуальных особенностей эксперта: квалификации, эрудиции, опыта, характера и даже состояния здоровья. Поэтому индивидуальные мнения рассматриваются как случайные величины и обрабатываются статистическими методами. Таким образом, современная **экспертиза – это система организационных, логических и математико – статистических процедур, направленных на получение от специалистов информации и её анализ с целью выработки оптимальных решений.**

При проведении экспертизы необходимо: сформулировать цель, подобрать экспертов, провести опрос и обработать полученную информацию, в том числе – оценить согласованность индивидуальных экспертных оценок.

Подбор экспертов заслуживает специального обсуждения. Эксперту должны быть свойственны:

1) профессионализм, компетентность;

2) интуиция – способность делать правильное заключение без строгих логических построений;

3) «предикаторность» – способность прогнозировать;

4) широта взглядов – способность видеть проблему с разных сторон;

5) независимость суждений – способность сохранять свою точку зрения под давлением авторитетов;

6) объективность, беспристрастность.

Для оценки компетентности экспертов составляют специальные анкеты, отвечая на вопросы которых кандидаты в эксперты должны продемонстрировать свои знания (на ответы отводится строго определённое время). Кроме того, будущие эксперты заполняют анкету самооценки своих знаний в данной области. Опыт показывает, что эксперты с высокой самооценкой ошибаются меньше других.

Другой подход к отбору экспертов основан на определении их эффективности. Степень абсолютной эффективности эксперта определяется по формуле: $R = \frac{N_v}{N}$,
где N_v – число случаев, когда эксперт верно предсказал дальнейший ход событий, N – общее число экспертиз с участием данного специалиста. Например, если он участвовал в 10 экспертизах и 6 раз его точка зрения подтвердилась, то эффективность такого эксперта R = 0,6. Под относительной эффективностью эксперта понимается величина: $R' = \frac{R}{R_o}$,
где R_o – средняя абсолютная эффективность группы экспертов[2].

Очевидно, что эксперт представляет тем большую ценность, чем выше его абсолютная и относительная эффективность. Для повышения качества экспертизы стараются повысить квалификацию экспертов путём специального обучения, тренировок и ознакомления с возможно большим объёмом информации по анализируемой проблеме. Большое значение имеет и **степень согласованности мнений экспертов,** оцениваемая при двух экспертах по величине рангового коэффициента корреляции, а при нескольких экспертах – по величине коэффициента конкордации (от лат. concordate – быть согласным). Допустим, m экспертов (например, судей в фигурном катании на коньках) наблюдали выступление n спортсменов и расставили их по рангам (табл. 24).

Коэффициент конкордации вычисляется по формуле:

$$W = \frac{12\,S}{m^2(n^3 - n)},$$

где S – сумма квадратов отклонений сумм рангов, полученных каждым спортсменом, от средней суммы рангов. В зависимости от степени согласованности мнений экспертов коэффициент конкордации лежит в пределах от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полном единодушии).

Таблица 24.

Пример расчёта коэффициента конкордации

Номер эксперта (*j*)	Номер объекта экспертизы (например спортсмена) (*i*)						
	1	2	3	4	5	6	n = 7
1	1	3	2	6	4	5	7
2	1	3	2	5	6	4	7
3	3	2	1	6	4	5	7
4	1	3	2	5	4	6	7
m = 5	1	4	2	6	3	5	7
Сумма рангов, полученных каждым объектом	7	15	9	28	21	25	35
Отклонение от средней суммы рангов (20)	-13	-5	-11	8	1	5	15
Квадрат отклонения	169	25	121	64	1	25	225

В данном примере S = 630. Следовательно:

$$W = \frac{12 \cdot 630}{25\,(343 - 7)} = 0{,}9$$

Статистическая значимость коэффициента конкордации оценивается при помощи χ^2 – критерия, который вычисляется по формуле:

$$\chi^2 = \frac{12\,S}{mn\,(n+1)} = \frac{12 \cdot 630}{5 \cdot 7 \cdot 8} = 27$$

Сравнивая полученное значение χ^2 с табличным значением (для уровня значимости p = 0,01), убедимся, что 27 > 15,09. Следовательно, найденный коэффициент конкордации статистически достоверен.

На практике показателем квалификации эксперта часто служит степень отклонения его оценок от средних оценок группы экспертов. Принято считать, что эксперт тем квалифицированнее, чем ближе его точка зрения к коллективному мнению. Однако это верно лишь в устоявшихся отраслях человеческой деятельности. Гениальная догадка, оригинальное новшество (теория относительности Энштейна, петля Нестерова, методика Монтиньяка и т.д.) в прокрустово ложе этой схемы не укладываются, поскольку чаще всего встречаются современниками «в штыки» и лишь спустя длительное время завоёвывают всеобщее признание.

Сколько должно быть экспертов? – По обычаям древних греков, приглашаемых в гости должно было быть «больше, чем граций, но меньше, чем муз» (то есть больше трёх, но меньше девяти). Похожие цифры получаются и для оптимального количества экспертов. При уменьшении числа экспертов излишне велика роль каждого из них. А когда их слишком много, растут затраты и трудно добиться согласованного мнения. Оптимальную численность экспертной группы помогает установить график на рис. 60.

Методы проведения экспертизы многообразны. Самый простой из них – **метод предпочтения** (или метод ранжирования). Пользуясь им, эксперты расставляют оцениваемые объекты по рангам в порядке убывания их значимости. Место, занятое каждым объектом, определяется набранными баллами: чем больше сумма баллов, тем выше занятое место. Для примера, в табл. 25 представлены результаты ранжирования мастерства четырёх спортсменов шестью специалистами.

Всё, о чём здесь рассказывается, используется при судействе спортивных соревнований, на конкурсах красоты и т.п. Но методы экспертизы заслуживают ещё более широкого применения, ибо диагностика и предсказание будущего это две проблемы, которые во все времена заботили человека. Так, экспертиза полезна в бизнесе.

Таблица 25.

Форма таблицы, составляемой при проведении экспертизы методом предпочтения

Номер объекта	Результаты ранжирования							
	Номер эксперта						Сумма баллов	Занятое место
	1	2	3	4	5	m =6		
1	3	4	4	4	3	4	22	I
2	1	2	1	1	2	2	9	IV
3	2	1	2	3	1	3	12	III
n = 4	4	3	3	2	4	1	17	II

Часто используется и другой метод проведения экспертизы – **метод парного сравнения.** В этом случае эксперт заполняет таблицу, в которой и по горизонтали, и по вертикали обозначены все сравниваемые объекты (табл. 26). Каждая клетка таблицы относится к двум сравниваемым объектам. Таблица заполняется подобно турнирной. Если эксперт отдал предпочтение объекту, номер которого – в строке, то в клетке ставится «2». Если же выиграл объект, номер которого в столбце, то в клетке ставится «0». А если, по мнению эксперта, объекты равноценны, то ничья, и в клетке ставится «1». Например (см. табл. 26) при сравнении объектов №1 и №2 выиграл №1. Поэтому на их пересечении – «2» в верхней половине таблицы и «0» – в нижней половине. Заполняется либо верхняя половина таблицы либо (в методе полного парного сравнения) – обе её половины. В последнем случае оцениваемые объекты сравниваются между собой дважды (например, вначале первый со вторым, а спустя некоторое время – второй с первым). Таким путём удаётся избежать случайных ошибок и, кроме того, выявить экспертов, небрежно относящихся к своим обязанностям или не имеющих определённой точки зрения.

Но даже если парное сравнение проведено только один раз, нижнюю половину таблицы следует заполнить зеркально верхней для того, чтобы подсчитать сумму баллов, полученных каждым объектом.

Таблица 26.

Пример таблицы, заполняемой каждым экспертом при проведении экспертизы методом парного сравнения

Номер объекта	1	2	3	n = 4	Сумма баллов	Ранг
1	x	2	2	2	6	I
2	0	x	0	1	1	IV
3	0	2	x	0	2	III
n = 4	0	1	2	x	3	II

Для дальнейшего анализа каждый эксперт предоставляет координатору экспертизы только первый столбец (номер объекта) и последний (ранг). После этого координатор составляет такую же таблицу, как в методе ранжирования (см. табл. 25), подсчитывает общую сумму баллов и определяет место, занятое каждым из объектов экспертизы.

Роль координатора экспертизы чрезвычайна. В его обязанности входит подбор экспертов и взаимодействие с ними, осуществляемое по определённым правилам. Эти правила детальнее всего отработаны в «дельфийском методе», предложенном одной из американских корпораций, специализирующихся в электронике.

Согласно этому методу, экспертиза должна быть многоступенчатой. Первый тур экспертизы выявляет не только мнения экспертов, но и их пригодность к решению данной проблемы. Обычно в первом туре выявляются существенные несовпадения в суждениях экспертов. Заметив их, координатор запрашивает письменное обоснование точки зрения тех экспертов, мнение которых существенно отличается от большинства. В свою очередь, носители этого «особого мнения» знакомятся с мотивами наиболее распространённого суждения. Обмен информацией при этом осуществляется анонимно.

Опыт показывает, что эта работа (которая, конечно же, требует времени и денег) позволяет отсеять неквалифицированных экспертов и повысить уровень компетентности остальных. Как правило, во втором туре экспертизы согласованность мнений у экспертов бывает значительно выше, чем в первом. Но при решении сложных и ответственных проблем и двух туров бывает недостаточно. В этом случае координатор продолжает экспертизу до тех пор, пока коэффициент конкордации не приблизится к единице.

Как видите, современная экспертиза – не что иное, как «совет мудрецов», отличающихся высокой компетентностью, здравомыслием и (очень желательно!) умением находить оригинальные пути решения сложных задач. Это мощный метод, базирующийся на хорошей математико – статистической основе.

Но вот что интересно. Иногда при решении важнейшей государственной проблемы (например, при подготовке космического корабля к старту) возникают затруднения, которые необходимо разрешить не только точно, но и очень быстро. В этих случаях ни один из традиционных методов экспертизы (и дельфийский метод в том числе) не годится. И тогда обращаются не к обычным экспертам, а к людям с экстрасенсорными возможностями. Причём они совсем не обязательно должны обладать профессиональными знаниями. Знания заменяет эзотеризм (посвящённость), дарованный этим людям от природы. Эффективность экстрасенсорной экспертизы бывает поразительно высокой. И нет никакой возможности объяснить этот феномен в терминах и понятиях современной науки, которая утеряла свои эзотерические корни и от этого стала, по выражению Э. Шюре[3], «наукой без веры».

Здесь нельзя не отметить, что эзотерические корни научного знания были и остаются мощными и плодоносными. Не случайно лучший из методов экспертизы назван дельфийским. Дельфы – город в Древней Греции, где под руководством жрецов храма Аполлона десятилетиями готовилась к своей миссии и затем прорицала дельфийская пифия. Обычно это была женщина, прирождённые экстрасенсорные возможности которой доводились до совершенства специальными упражнениями и всем образом жизни в стенах храма.

Для совершенствования предсказаний много сделали в разные времена Великие посвящённые и среди них Орфей, принесший из храмов Египта в Дельфы опыт жреческого посвящения.

Таким образом, приходится признать, что современная экспертиза со всем её математико – статистическим арсеналом – лишь часть приёмов диагностики и прогнозирования, которыми человечество некогда владело, а затем в значительной мере их утратило.

Литература:

1. Бернштейн Н. А. О происхождении движений. – Наука и жизнь, 1968 № 2, с 76.

2. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Экспертные оценки. – М.: «Наука», 1973. – 79 с.

3. Шюре Э. Великие посвященные. Очерк эзотеризма религий. – Калуга: 1914. – 420 с.

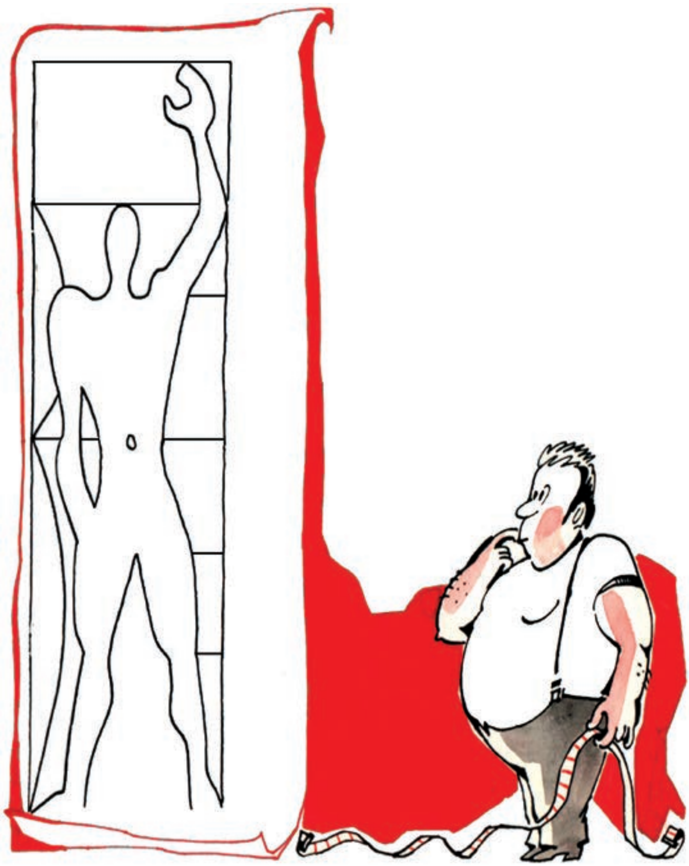


Рис. 49. У обладающего красивой внешностью, пропорционально сложенного человека талия делит тело в «золотом сечении» так же, как коленный сгиб делит ногу, а локтевой – руку

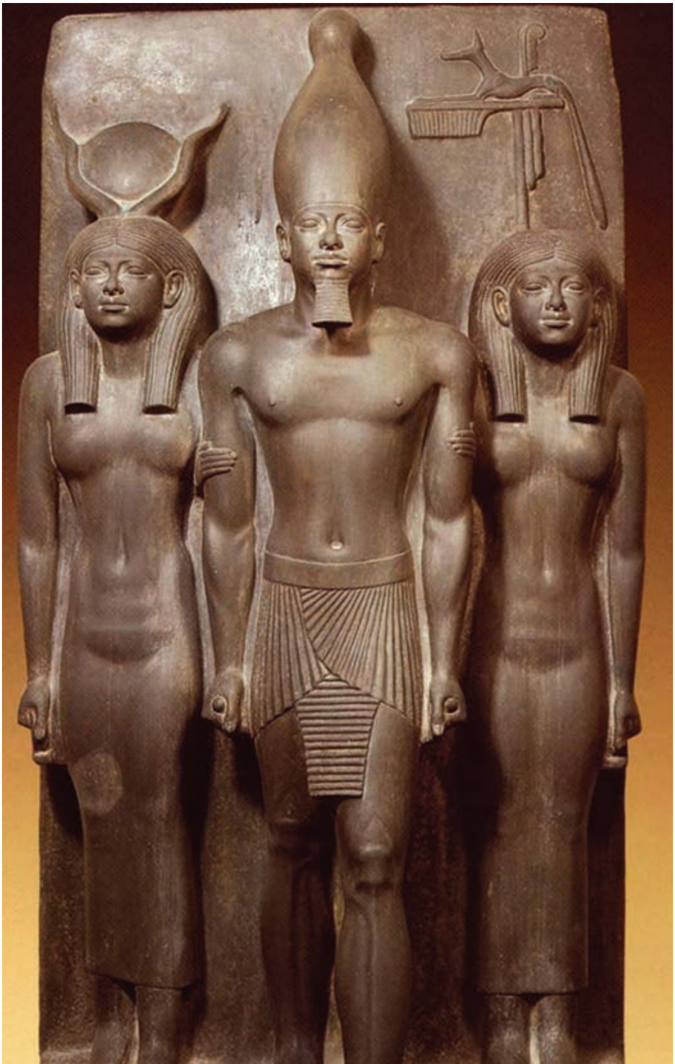


Рис. 50. Фараоны и знать Древнего царства были воинами, завоевателями, и физическая сила была им необходима

Рис. 51. Женщины Эллады были готовы к труду и обороне

Рис. 52. Павел Корин. «Александр Невский»: физическая мощь особенно ценилась в странах с суровым климатом

Рис. 53. Б. М. Кустодиев. «Красавица», 1915 г.

Рис. 54. В. А. Серов. Портрет балерины Иды Рубинштейн, 1910 г.

Рис. 55. Донателло. «Давид», 1430 г.

Рис. 56. Современный идеал телесной красоты ярче всего воплощён в облике выдающихся спортсменов

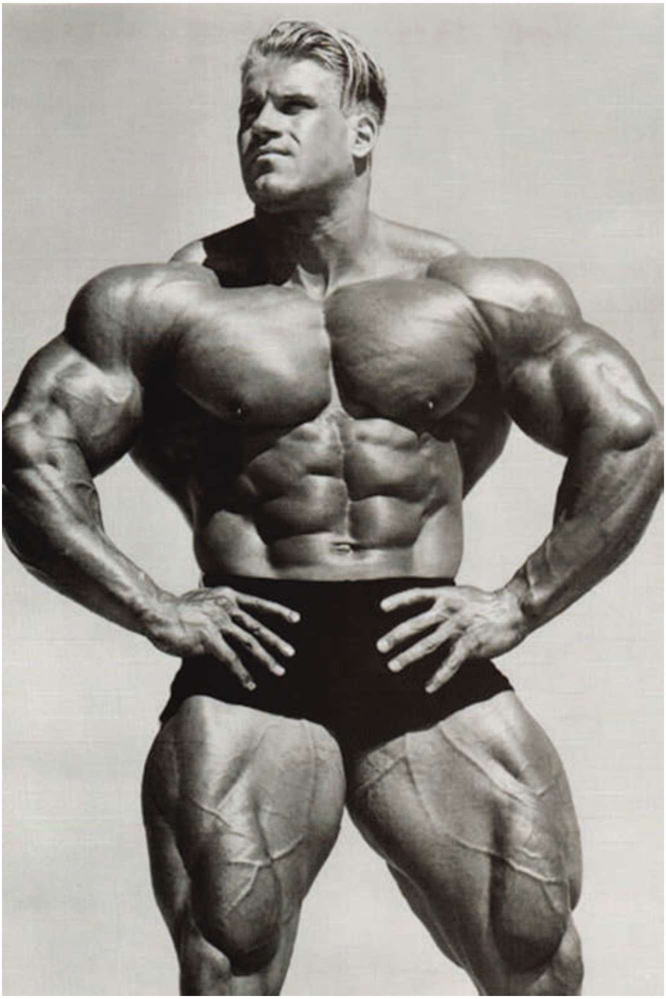


Рис. 57. Культуризм – занятие рискованное с точки зрения здоровья. Дело в том, что увеличить мышцы до такой степени практически невозможно без применения анаболических стероидов. А приём анаболиков – опасный эксперимент; эти препараты способствуют возникновению многих заболеваний

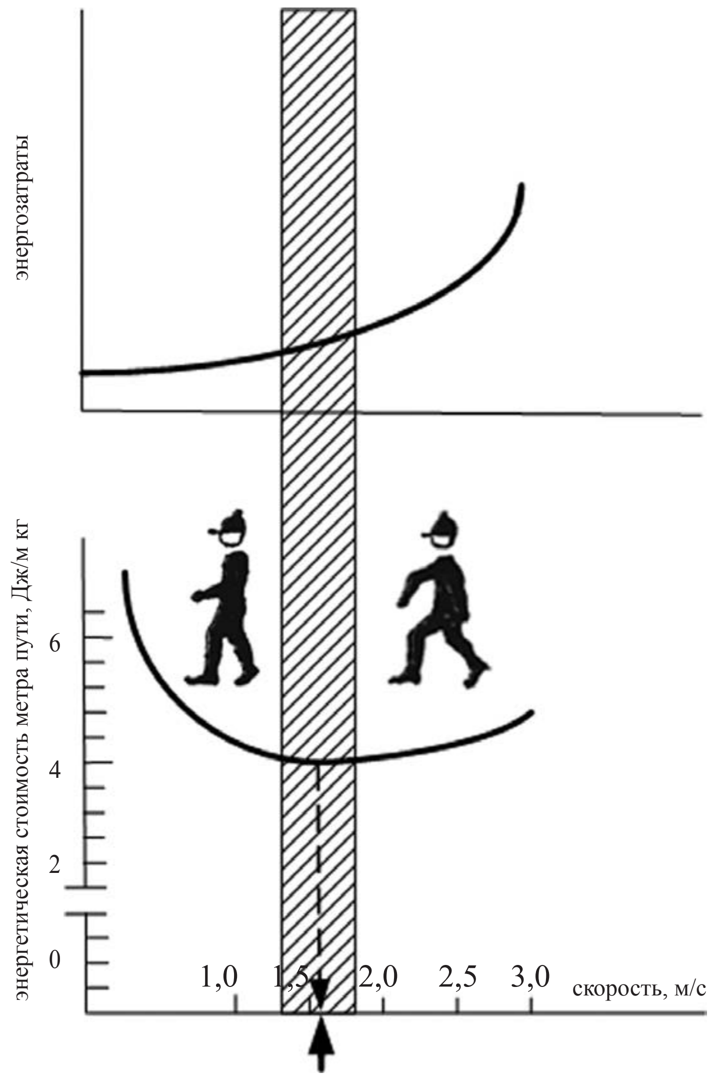


Рис. 58. Энергозатраты (вверху) и энергетическая стоимость метра пути (внизу) в зависимости от скорости ходьбы у тренированного молодого человека

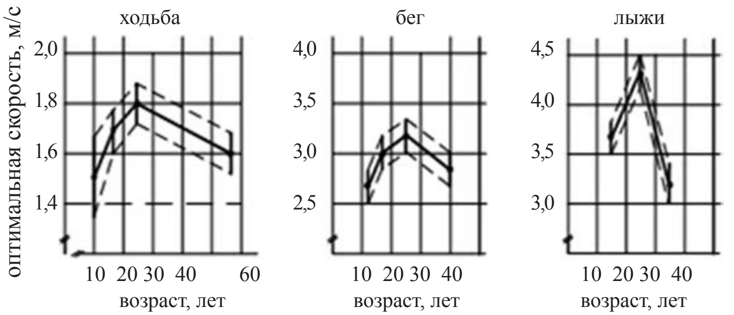


Рис. 59. Возрастные изменения наиболее экономичных величин скорости ходьбы, бега и передвижения на лыжах попеременным двухшажным ходом; вертикальные линии показывают, в каких пределах лежит 95% всех значений оптимальных величин у практически здоровых людей

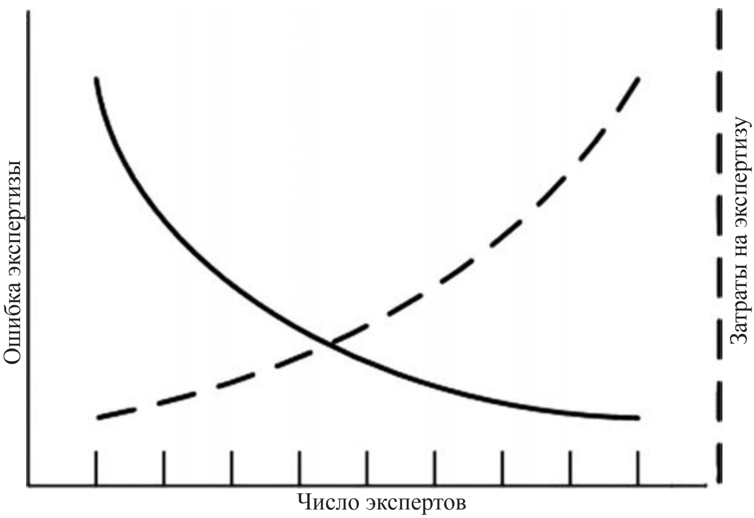


Рис. 60. Зависимость результатов экспертизы от численности экспертной группы; по горизонтали – число экспертов, по вертикали – вероятность ошибки экспертизы и затраты на экспертизу

Рис. 61. Телосложение современной женщины

Рис. 62. Двигательная активность помогает всегда оставаться в форме

ЧАСТЬ II. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

Если в первой части книги было много теории, то здесь основное внимание обращено на практические вопросы. Но это вовсе не означает, что читателю предлагается справочник по типу: «вопрос – ответ», как в поваренной книге. Чаще всего жёсткие рекомендации приносят мало пользы. Человек должен своим умом выбирать цель и двигаться к ней, творчески применяя полученные знания. У Максимилиана Волошина есть такие строки:

«Принявший истину на веру, ею слепнет.
Вероучитель гонит пред собою
Лишь стадо изнасилованных правдой»

Точнее не скажешь! И потому всё сущее (и в том числе содержание этой книги) следует подвергать критическому анализу. И лишь потом применять на практике, выбирая только то, что соответствует Вашим целям и конкретной ситуации.

Внимательного изучения заслуживает вопрос о здоровье как материальной и духовной субстанции. Изложенные в первой части теоретические положения относятся преимущественно к материальной сфере. Но лишь отчасти можно согласиться, что «в здоровом теле – здоровый дух». В триединстве «тело – разум – дух» гораздо более сложные взаимодействия. Телесное здоровье не всегда свидетельствует о здоровье истинном. И, с другой стороны, верующие люди знают, что иной раз никакие лекарства не помогают, но достаточно придти в церковь – и болезнь отступает.

Критический взгляд и непредвзятость помогут тому, кто хочет, чтобы советы, содержащиеся во второй части книги, принесли пользу.

Глава 5. ВАМ НЕЗДОРОВИТСЯ? – выберите физкультуру!

Прежде всего, попытаемся ответить на вопрос: «что может физкультура?» – Многое! – Снять напряжение трудового дня. Поднять тонус перед началом серьёзного дела. Избавить от многих болезней и предотвратить преждевременное старение. Развить силу, быстроту, выносливость, гибкость, ловкость. Избавить от вредных привычек. Избежать одиночества. Ослабить врождённые отклонения в телосложении и состоянии здоровья. Повысить сопротивляемость организма вредным факторам внешней среды. Усовершенствовать красоту тела.

«Чего не может физкультура?» – Тоже, к сожалению, многого: дать бессмертие, избавить от неизлечимой болезни, очень быстро повысить двигательные возможности.

Пока человек молод, природа наделяет его красотой, силой, выносливостью, и всё это в кредит, с рассрочкой. Молодость проходит, и наступает пора платить по счетам. Тогда замедлить процессы старения может разумная двигательная активность. Здесь уже нельзя скупиться на время, отводимое на физические упражнения.

Свою молодость и красоту можно продлить на долгие десятилетия. Но, к сожалению, приметы старения порой настигают человека раньше срока. Дряблая мускулатура, жировые отложения, неправильная осанка – всё это можно встретить сегодня не только после сорока, но и у тридцатилетних и даже двадцатилетних. Как тут не воскликнуть: «удивляйся, но не подражай!» – ведь чем моложе человек, тем легче ему привести себя в порядок.

Бывают, конечно, и врождённые дефекты телосложения. Устранить их, как правило, невозможно. Но сделать менее заметными с помощью специальных упражнений – вполне реально.

Последовательность и настойчивость, упорство и терпение

– это те качества, которые вывели человека на путь цивилизации. Всякому, кто приступает к тренировке, следует помнить: «скоро сказка сказывается, да не скоро дело делается».

Особенно нетерпеливыми бывают те, кто все надежды возлагает на других людей – фармакологов, экстрасенсов и т.п. Для многих здесь наиболее привлекательно то, что не надо прилагать никаких усилий. Но чудо само не приходит, его надо заслужить. Может быть, святой жизнью, но вернее – упорным трудом. Ведь за 2 – 3 сеанса физкультуры нельзя улучшить внешний вид. И только спустя месяцы регулярных тренировок начнут проявляться результаты нового образа жизни. Но если занятия прекратятся раньше времени, всё вернётся «на круги своя». Тут уж надо выбирать: или заниматься всерьёз или не тратить время напрасно.

Если выбор сделан, познакомьтесь с некоторыми секретами природы, приобщение к которым необходимо для того, чтобы сделать физкультурную активность осмысленной и творческой.

Состав двигательной системы. Около 200 костей и 600 мышц образуют механическую систему, способную выполнять бесчисленное количество ранообразных движений. Ни один механизм не обладает такими возможностями. И это понятно: где встретишь машину, оснащённую шестьюстами двигателями? Но если бы кто-то задумал сконструировать такую машину, ему не удалось бы найти более мощных, точных и компактных двигателей, чем мышцы.

Мышцы, обеспечивающие наши движения, называются скелетными, потому что прикрепляются к частям костного скелета. Клетки скелетных мышц имеют форму волокон и называются мышечными волокнами. Один конец мышечного волокна через сухожилие прикрепляется к одной кости, а другой конец – к другой кости. Сокращаясь, мышца заставляет кости скелета двигаться друг относительно друга. Так осуществляются движения.

Сила, с которой может сократиться мышечное волокно, пропорциональна его сечению и всегда одинакова. Волокна не умеют сокращаться вполсилы. Они работают по закону «всё или ничего», открытому физиологами более 100 лет назад. Природа объединила в одной мышце сотни волокон, расположив их параллельно друг другу. Если управляющий нервный импульс пришёл к одному волокну, то сила сокращения минимальна, а если одновременно к сотне волокон, то – в сто раз больше. Поэтому мышцами и движениями можно управлять с высокой точностью.

Мышечные волокна неодинаковы. Одни из них толще, другие тоньше, одни светлее, другие темнее. И эти различия не случайны. Оказывается, даже при самом сильном сокращении мышцы какая-то часть волокон не работает. И это не «забастовка» – просто задача отдыхающих мышц состоит в том, чтобы обеспечивать иной режим двигательных действий.

Есть движения, которые надо выполнять очень быстро, но непродолжительно. Для этого нужны толстые волокна. Они более светлые, «белые».

Бывает, что движения выполняются в течение длительного времени, но большую силу при этом проявлять не надо. Тогда в дело идут тонкие и более тёмные, «красные» волокна.

Представить себе два типа мышечных волокон легче, если вспомнить куриное мясо. Грудные мышцы, обеспечивающие маховые движения крыльев, состоят из белых волокон, а мышцы куриных ног, которые в работе непрерывно – из красных. Из этого примера ясно, что для силы нужны светлые (быстрые и толстые) волокна, а для выносливости – тёмные (медленные и тонкие).

Энергообеспечение и тренировка. Мышцы нуждаются в энергии. Разница в окраске мышечных волокон – свидетельство того, что их химический состав и энергетическое обеспечение неодинаковы. Красные волокна приспособлены для кислородного (аэробного) энергообеспечения, а белые –

для лактацидного (анаэробного). А если так, то и тренировать их нужно по-разному.

Человеческий организм подчиняется закону сохранения энергии, который гласит: приход и расход энергии равны друг другу. Следовательно, производя работу, мышцы должны откуда-то восполнять затраченную энергию. Образование энергии в живом организме – это сложный физико-химический процесс, в основе которого лежит окисление углеводов, жиров и белков. Химическая энергия окисления питательных веществ с помощью внутриклеточных ферментов превращается в механическую энергию.

Чем более интенсивные и длительные движения выполняет человек, тем больше энергии требуется. Чтобы её получить, необходимо увеличить интенсивность кровообращения и дыхания.

Но нередко человек выполняет столь кратковременную работу, что кровообращение и дыхание не успевают отреагировать. Например, при спринтерском беге или быстром подъёме по лестнице. В таких случаях усиление дыхания и сердцебиения проявляется в полной мере уже после окончания работы.

Если нужно выполнить кратковременную работу, мышцы сделают это в автономном режиме. Был бы приказ «из центра» – от нервной системы. Внешнее обеспечение подоспеет позже, когда работа будет закончена и придёт пора восстанавливать потраченные запасы. И тогда организм позаботится о том, чтобы запас был чуть больше на случай новых нагрузок. Так возникает «тренировочный эффект».

Если же мышечная клетка редко включается в работу, то её энергетические запасы постепенно уменьшаются, а их пополнение замедляется. Так развивается детренированность. От степени тренированности или детренированности зависят не только возможности мышц, но и состояние кровообращения и дыхания. Именно они чаще всего выходят из строя при неразумном укладе жизни.

Лучшим средством предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний считается тренировка выносливости. Длительные нагрузки умеренной интенсивности приучают сердце, сосуды, лёгкие работать согласованно, стимулируют обновление клеток крови и оказывают благотворное влияние на скелетные мышцы. Именно поэтому миллионы людей во всём мире ежедневно проходят, пробегают, проплывают, проезжают на велосипедах и лодках десятки миллионов километров.

Напомним, что мышечная работа умеренной интенсивности это такая работа, которую человек может без остановки выполнять дольше сорока минут. К работе умеренной интенсивности относится работа в саду, прогулка пешком, на велосипеде, лыжах или байдарке, бег трусцой, игра в настольный теннис и т.п. Особенно полезно выполнять такую работу с интенсивностью, превышающей аэробный порог, но не достигающей анаэробного порога. Поясним, о чём речь.

Работа умеренной интенсивности почти полностью обеспечивается кровообращением и дыханием. Но по мере повышения интенсивности в дело включается лактацидный механизм энергообеспечения, и в крови появляются соли молочной кислоты – лактаты. Тот уровень интенсивности мышечной работы, при котором в крови появляются лактаты, называется аэробным порогом.

Если и дальше увеличивать интенсивность мышечной работы, концентрация лактатов в крови повысится. Но до определённого уровня не будет их накопления. То есть каждой интенсивности нагрузки соответствует определённая концентрация лактатов в крови. Это соответствие имеет место в диапазоне от нулевой нагрузки до анаэробного порога.

Анаэробный порог это такая интенсивность мышечной работы, начиная с которой лактаты накапливаются при постоянной интенсивности работы. То есть восстановительные процессы не успевают устранять продукты анаэробного обмена. По мере накопления лактатов растёт ощущение усталости, вплоть до невозможности продолжать работу.

Замечено, что выполнение мышечной работы в зоне аэробно-анаэробного перехода (от аэробного порога до анаэробного порога) благотворно влияет на состояние здоровья и физическую работоспособность. При регулярных занятиях хотя бы по часу в день заметно повышается выносливость. И отступают некоторые заболевания органов дыхания и кровообращения.

Мышечную работу, интенсивность которой превышает анаэробный порог, называют работой большой мощности (её удаётся выполнять не дольше 40 минут) или субмаксимальной мощности (не дольше 5 – 7 минут) или максимальной мощности (не дольше 40 секунд). Это уже спортивные нагрузки. Обычные люди должны соблюдать осторожность и не перегружать себя такими упражнениями, ибо передозировка физических нагрузок опасна, как и всякая передозировка.

Объём и интенсивность тренировок зависит от поставленной цели. Но для многих главное – хоть как-то двигаться.

В большинстве своём люди фантастически ленивы. И, к сожалению, наша естественная лень порой получает научное подкрепление и оправдание. Так, из всех теорий старения (молекулярной, генетической и т.д.) наибольшую популярность получила теория ограниченного резерва, берущая своё начало из работ французского исследователя Г. Селье. Основываясь на данных сравнительной физиологии, учёный заметил, что чем выше интенсивность обмена веществ, тем меньше живёт животное. Например, продолжительность жизни крысы 5 лет, собаки – 18 лет, лошади – 40 лет, слона – 70 лет. Затем подсчитал, что за время жизни сердце млекопитающего может сделать 1 миллиард сокращений. И сделал вывод: чем реже бьётся сердце, тем дольше живёт животное. В итоге получилось «научное обоснование» малоподвижного образа жизни: чем меньше двигаешься, тем ниже частота сердечных сокращений и, стало быть, тем выше продолжительность жизни.

Не знаю, верна ли эта теория для животных. Но простой арифметический подсчёт показывает, что даже при средней продолжительности жизни (70 лет) суммарное число сердечных сокращений у человека, постоянно пребывающего в состоянии физического покоя, в несколько раз превышает 1 миллиард.

И это не единственная ошибка. Без каких-либо доказательств теорию ограниченного резерва распространили на все функции человеческого организма. Например, получило распространение псевдонаучное поверье (иначе не назовёшь!), что мужчине отпущено на жизнь строго определённое число половых актов. Не существует экспериментальных данных ни за, ни против этой гипотезы. Но известно, что без употребления любая функция увядает. А при регулярном и умеренном использовании она успешно функционирует до глубокой старости. Чему в наш просвещённый век достаточно подтверждений, вплоть до многочисленных фактов отцовства мужчин в возрасте 60 – 80 лет.

Но и это ещё не всё! Достойные и уважаемые специалисты распространили теорию ограниченного резерва на суммарные энергозатраты человека. Называется даже конкретная цифра – 50 миллионов килокалорий за жизнь. Но никаких научно-обоснованных доказательств этой цифры не приводится. Возможно, потому, что их попросту не существует. И нужна эта цифра, например, для того, чтобы ещё раз обосновать предложенную уважаемыми авторами систему питания (в эффективности которой и без этого никто не сомневается!). Или для какой-то иной цели…

Счастье, что подавляющее большинство жителей наших городов и сёл редко читает книги. Иначе опустели бы стадионы и фитнес-клубы. Десятки миллионов россиян превратились бы в «премудрых пескарей» и стали бы старательно подсчитывать частоту пульса и калорические затраты, чтобы всячески минимизировать их с целью прожить подольше!

Подобные теории опасны ещё и потому, что, наряду с ленью, современному человеку всегда некогда. Ему нехватает времени на книги и театры, на занятия со своими детьми и неспешную беседу с друзьями. Цивилизация и технический прогресс приучили нас к быстрому исполнению желаний. Мобильник заменяет медлительную почту, телевидение вытесняет унылое чтение, скоростной транспорт избавляет от собственных мышечных усилий. Поэтому при устроенном быте любая двигательная активность требует волевого усилия. Прогулка пешком зачастую становится событием, а посещение спортивного зала – подвигом. Как тут не вспомнить Святого Преподобного Сергия Радонежского, который по зову князя всегда ходил из своей обители в Москву пешком, хотя имел возможность ехать в княжеской повозке. А ведь от Троице-Сергиевой лавры до Кремля около ста километров!

Сидячий образ жизни и расслабленная мускулатура – основная причина преждевременного старения и ухудшения здоровья в любом возрасте. По своей значимости этот фактор опережает плохую экологию, неразумное питание и алкоголизм. Ещё в 70-е годы было подмечено, что здоровье зависит от наследственности, в среднем, на 15 %, от экологической обстановки – на 20 %, от качества медицинской помощи – на 10 % и на 55 % – от образа жизни и в том числе от двигательной активности.

В особенности опасно снижение двигательной активности в среднем и пожилом возрасте. С годами замедляется обновление белков в мышечных тканях, в результате чего мышечная масса «тает». А кости становятся более хрупкими.

Всегда полезно опираться на запоминающиеся цифры. Например, легко запомнить, что для поддержания здоровья сорокалетний человек должен тратить на физкультуру 4 часа в день, шестидесятилетний – 6 часов, а восьмидесятилетний – 8 часов. Разумеется, это не может относиться ко всем, ибо у каждого своя жизнь с её неповторимыми особенностями. Но тенденция именно такова. С возрастом минимально необходимая для здоровья продолжительность упражнений увеличивается, а их допустимая интенсивность снижается.

Какими упражнениями заполнить это время? На этот вопрос каждый ответит по-своему.

Кто-то и в 70 лет любит горные лыжи, кого-то тянет на байдарку или за грибами, кто-то не может жить без верховой езды, кому-то нравится покопаться в саду, кто-то привык к фитнес-клубу или аквапарку. Но у каждого из нас, начиная с 30 – 40 - летнего возраста похрустывают шейные позвонки, снижается гибкость, растёт «трудовая мозоль» на животе и слышны многие другие «звоночки». Всё это нельзя оставлять без внимания, если не хочешь печальной старости и ограниченных возможностей на подступах к ней.

Основное правило: себя надо любить и, стало быть, о себе надо заботиться. Своё здоровье надо рассматривать как богатство, которое можно рачительно использовать, а можно и неразумно растранжирить. Это – как шагреневая кожа. С той только разницей, что, в отличие от бальзаковской, шагреневую кожу нашего здоровья можно пополнять.

И ещё очень важно: ухаживая за собой, желательно получать от этого удовольствие. Поэтому из млечного пути упражнений оздоровительной физкультуры нужно выбрать те звёзды, которые светят именно Вам. Здесь огромный простор для творчества. В отличие от профессиональной деятельности, да и от семейных дел, здесь нет ограничений. Вплоть до самого преклонного возраста можно осваивать новые виды движений и оздоровительных процедур. И это доставляет огромное удовольствие. Автор этих строк в 63 года освоил горные лыжи, в 64 года – гидроцикл, в 65 лет пристрастился к бане с прорубью, а в 66 лет стал тренироваться в теннисе и верховой езде.

Теперь несколько слов о **технике безопасности**.

Выбор упражнений зависит от Ваших индивидуальных особенностей: возраста, пола, конституции, наличия или отсутствия различных заболеваний. А объём и интенсивность упражнений, кроме того, – от условий, в которых эти упражнения выполняются. Физические упражнения оказывают сильное воздействие на организм и требуют известной осторожности. Приведу два примера.

Около тридцати лет назад во всём мире стал популярным бег трусцой и другие аэробные упражнения. Мода эта пришла и к нам. По улицам городов побежали тысячи людей. Многие из них финишировали в хирургических кабинетах из-за плохой обуви, жёсткого покрытия дорог и незнания основ техники бега. Больше всего пострадали ни в чём не повинные позвоночники энтузиастов оздоровительного бега. Но досталось и лёгким, ибо при беге лёгочная вентиляция возрастает во много раз, а улицы больших городов загазованы.

Оздоровительный бег – очень полезное упражнение. Но для того, чтобы польза не обратилась во вред, нужно выполнять основные правила. Обувь должна быть мягкой, пружинящей. Лучше всего бегать по траве, лесной тропинке или другому мягкому покрытию. И ни в коем случае – по асфальту! Техника бега должна быть лёгкой, без приземления на пятку, вызывающего сотрясение позвоночного столба. В особенности это относится к людям с избыточным весом.

Другой пример – оздоровительные упражнения и вообще движения в усложнённых условиях. После болезни, на жаре или при сильном холоде, в среднегорье и высокогорье умеренные нагрузки воспринимаются как тяжёлые и могут стать опасными для здоровья. Тема эта актуальна, обширна и заслуживает, может быть, отдельной книжки. Коснёмся её на примере двигательной активности в условиях жары.

Приходилось ли Вам бывать южнее Одессы – например, в Туркменистане, Индии, Израиле или Египте? Если нет, то обязательно поезжайте! Лучше всего прилететь туда осенью, зимой или ранней весной. А летом… Пока молоды, рискните, но будьте осторожны. Если же перевалило за 50 или едете с детьми или нелады с сердцем, то сначала посоветуйтесь с доктором.

Раскалённую суть привычного слова жара не постигнешь в сауне, хотя температура там порой достигает 120 градусов. Слишком кратко её воздействие на наш организм. И один – два дня в южном зное человек тоже выдержит без труда, если, конечно, у него будет вдоволь воды.

Оказавшись летом на дальнем юге, северянин поначалу ощущает даже какой-то прилив сил. Здоровый человек в конце первого дня думает про себя: «Вот какой я выносливый!» И, случается, демонстрирует эту «выносливость»: двигается быстро, как дома, гордо поглядывая на медлительных южан. Но пройдёт день – другой, и гонора как не бывало.

Жару начинаешь ощущать по-настоящему на третий – четвёртый день. Человек впадает в состояние, которое специалисты называют тепловым истощением. Его первые симптомы – сильная жажда, обильное потоотделение и возбуждение, близкое к эйфории, – очень скоро сменяется слабостью, которая может сопровождаться головной болью, тошнотой, повышением температуры. В более тяжёлых случаях бывают тепловые обмороки, небезопасные для жизни из-за значительного понижения кровяного давления, и даже «тепловые удары», которые ещё более опасны. Известно, что до 8 % паломников старше 50 лет умирают на пути в Мекку. А ведь большинство из них всю жизнь провели в жарком климате!

Дело в том, что клетки человеческого тела не могут функционировать при температуре выше +42 градусов по Цельсию. Но субъективно тяжёлые ощущения возникают, когда внутренняя температура тела достигает +39…+41 градус. Такие ощущения испытывают, например, бегуны – марафонцы в конце забега.

Природа наделила человека естественными механизмами охлаждения. В том числе: тепловое излучение кожных покровов, испарение пота, усиление дыхания. Но резервы этих механизмов не бесконечны. Поэтому главная рекомендация: при тренировках на жаре и в других усложнённых условиях снижайте объём и, особенно, интенсивность упражнений.

Делаем вывод: если Вы здоровы и, тем более, если Вам нездоровится, – выбирайте физкультуру! Добейтесь победы в войне с собственной ленью. Но… будьте осмотрительны! Ибо любое лекарство в чрезмерной дозе становится ядом.


КАССЫ

Глава 6. КРАСИВАЯ ФИГУРА? – нет проблем!

В этой главе рассказывается о том, как выбрать верный курс в море физических нагрузок и методов питания, найти «лоцию», которая через разум, труд и упорство приведёт не только к хорошему самочувствию, но и к привлекательной внешности. Наряду с физическими упражнениями и разумным питанием, Вашими помощниками должны стать положительные эмоции, секс и физиотерапевтические процедуры (баня, массаж, прорубь и многое другое). Сочетая эти факторы, Вы обречены на успех. В добрый путь, и не сдавайтесь, как бы трудно ни было вначале!

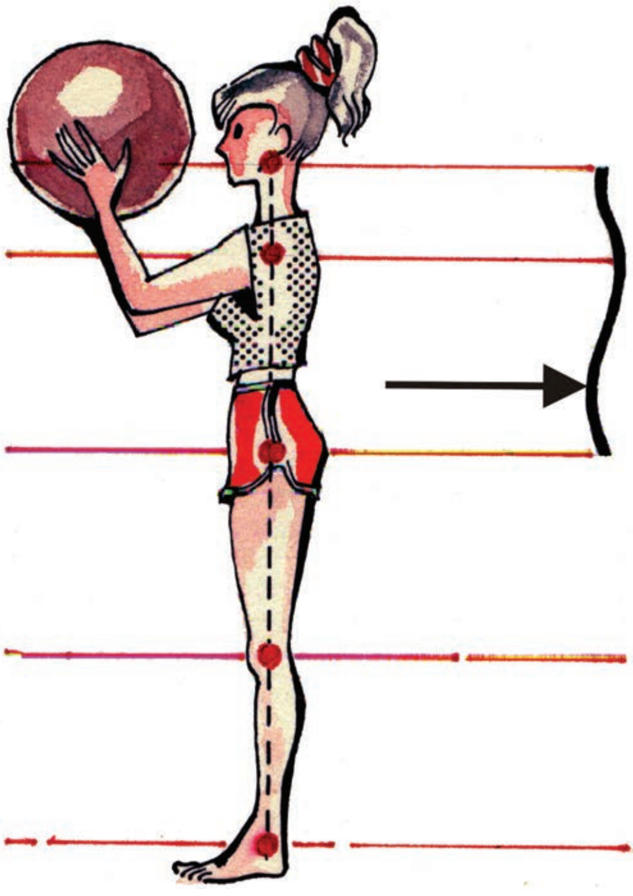
Но не откладывайте начало пути. Наш организм консервативен, он привыкает к своему образу и защищает его. Если Вы непозволительно пополнели, вернуться к прежнему образу легче через месяц, чем через год и, тем более, через 10 лет.

6.1. <u>Физические упражнения для красивой внешности</u> можно разделить на общие (глобальные) и локальные. Общие это те, которые дают нагрузку сразу многим мышцам. Например, ходьба, бег, лыжи, плавание, гребля и т. п. Локальные – нацеленные на развитие и формирование рельефа отдельных мышечных групп: мышц живота, мышц груди, мышц тазовой области и др.

Важным условием внешней привлекательности является хорошо развитая мускулатура. Разумеется, это прежде всего относится к мужчинам. Но и женщине легче быть в форме, если мускулатура в порядке. Она не обязательно должна быть рельефной, но ни в коем случае не дряблой. Таково общее правило, и для многих этого достаточно.

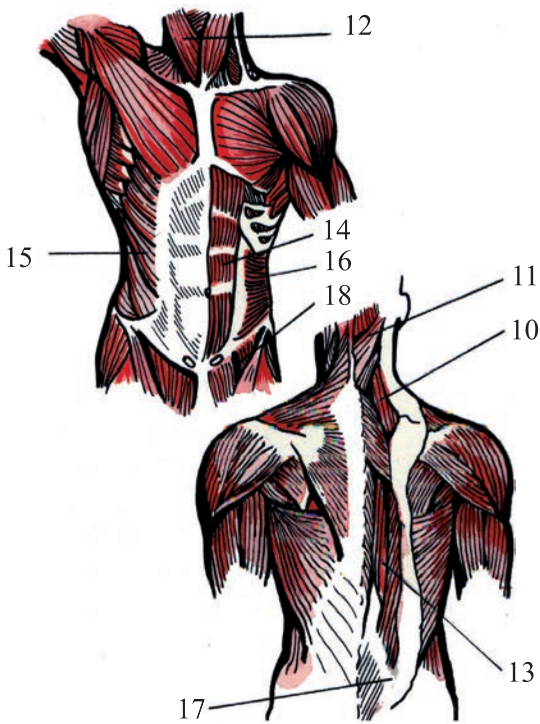
Если же нужно решить более сложные задачи, придётся изучить топографию мышц и подобрать соответствующие упражнения. Заметим, что основными проблемными зонами являются: у мужчин: – живот и область таза, у женщин: – область таза, живот, грудь, ноги, шея.

Упражнения для мышц живота, спины и шеи нужны чтобы хорошо выглядеть, но главное – для того, чтобы внутренние органы и позвоночник функционировали наилучшим образом и были защищены от внешних воздействий. Броня мышц обеспечивает внутреннюю гармонию. Например, надёжный мышечный корсет создаёт оптимальное внутрибрюшное давление и тем самым выпрямляет позвоночный столб, предотвращая появление поясничного болевого синдрома:



Упражнения для мышц туловища и шеи, кроме того, способствуют повышению гибкости и препятствуют отложению солей в позвоночнике. Недаром специалисты говорят: «потеря гибкости – начало старости», «шея – метрика женщины» и др.

Наиболее крупные мышцы туловища и шеи показаны на рисунке



10 – мышца, поднимающая лопатку, 11 – ременная мышца, 12 – мышцы-сгибатели головы, 13 – мышца-выпрямитель позвоночника, 14 – прямая мышца живота, 15 – наружная косая (а также внутренняя косая) мышца живота, 16 – поперечная мышца живота, 17 – квадратная мышца поясницы, 18 – подвздошно-поясничная мышца.

НАКЛОНЫ ВПЕРЕД

Предназначены для укрепления мышц живота и спины. Повышают гибкость, растягивают заднюю поверхность бедра. Полезны для профилактики поясничного болевого синдрома и заболеваний органов пищеварения.

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: сгибание – пауза – разгибание – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 257):
прямая (14) м. живота, позвздошно-поясничная (18), грудинно-ключично-сосцевидная (7), а также лестничные мышцы и длинная м. головы и шеи.

Полезные советы

Темп движений – один цикл за одну-две секунды. Оптимальный темп определяется, в основном, механическими факторами: темп тем ниже, чем больше перемещаемая масса, а она, в свою очередь, зависит от роста и веса человека.

Наклоны выполняются при различных положениях рук и ног:

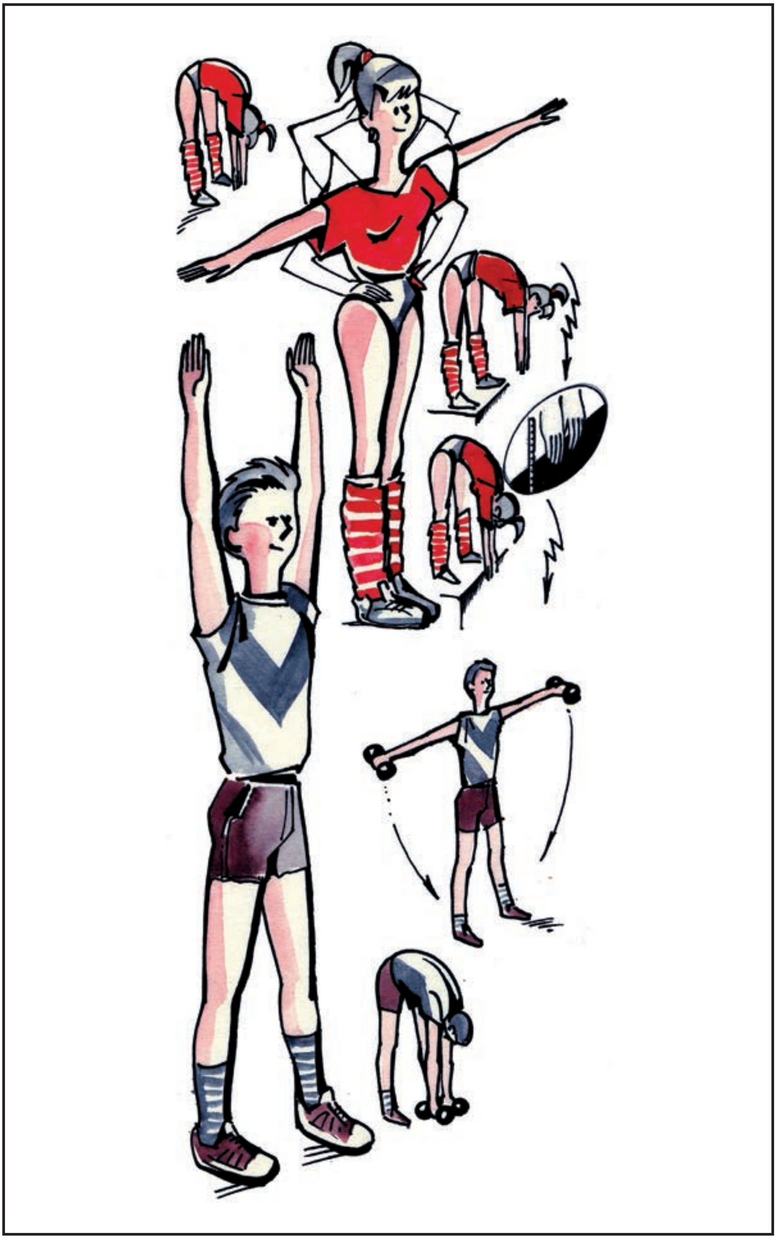
1) стоя, ноги вместе, руки в стороны, на поясе или за головой;

2) стоя, ноги врозь, руки вверх.

Наклоняясь вперед, постарайтесь достать пальцами, а затем и ладонями до пола. Если это сразу не удаётся, попробуйте видоизменять упражнение следующим образом. Наклонившись, не выпрямляйтесь сразу, а сделайте два или три упругих движения корпусом (вверх-вниз), раскачивая верхнюю часть туловища как на рессоре и стараясь при каждом движении вниз опускаться все ниже и ниже. При этом следите за тем, чтобы ноги не сгибались в коленях.

Если цель Ваших занятий – сила, а не гибкость, то наклоны можно выполнять с гантелями.

Наклоны вперед можно использовать для контроля за гибкостью. Для этого используется подставка с линейкой, расположенной вертикально. Гибкость оценивается минимальным расстоянием от кончиков пальцев до опоры.



НАКЛОНЫ ТУЛОВИЩА В СТОРОНЫ

Полезны для укрепления мышц живота и спины, увеличения подвижности позвоночника, уменьшения его искривления в боковой плоскости. Служат профилактическим средством против пояснично-болевого синдрома, формируют правильную осанку.

Упражнение содержит 4 фазы: наклон вправо – пауза – наклон влево – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 229):
мышца – выпрямитель позвоночника (13), косые м. живота (15), поперечная м. живота (16), мышца, поднимающая лопатку (10), квадратная м. поясницы (17), а также межреберные мышцы, мышцы между поперечными отростками позвонков, лестничные мышцы головы и шеи.

Полезные советы

При выполнении упражнений нужно следить за тем, чтобы туловище не наклонялось вперед или назад.

Наклоны в сторону выполняются из различных исходных положений:

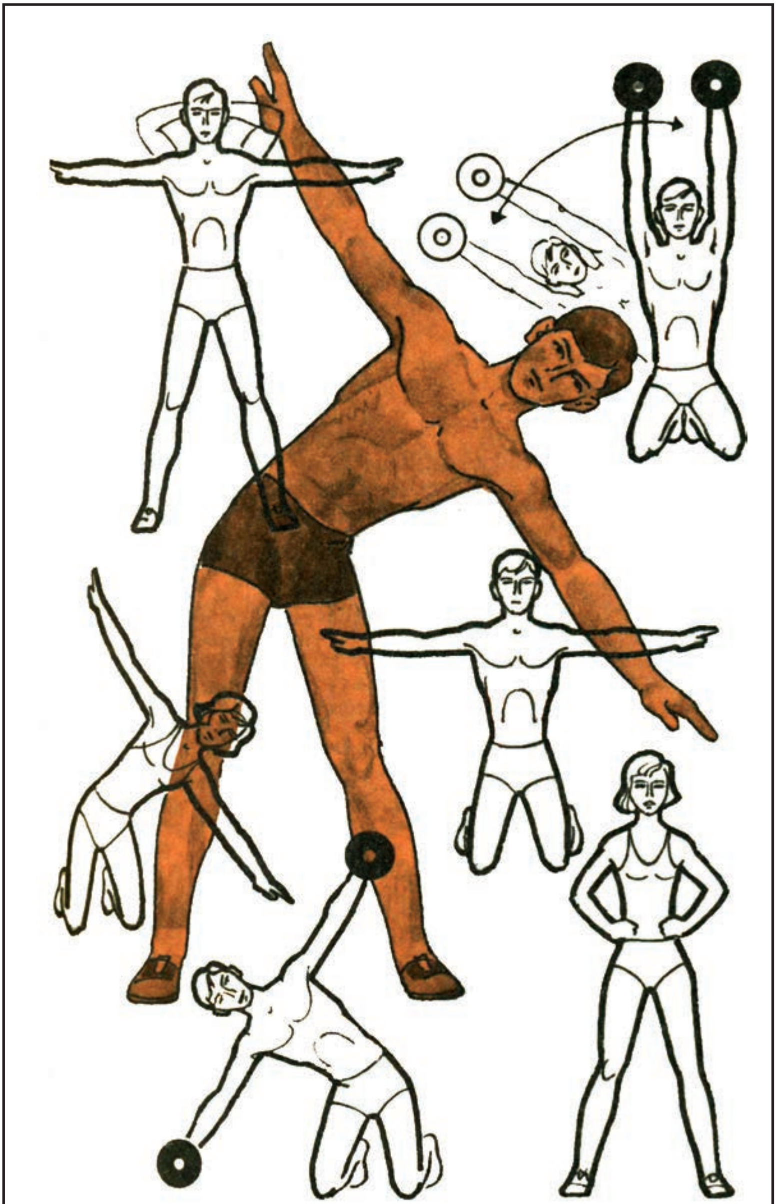
1) стоя, ноги врозь, руки на поясе, за головой или в стороны;

2) стоя на коленях, руки за головой, на поясе или в стороны;

3) сидя на пятках, руки вверх или за головой.

Темп движений – произвольный, по настроению. Это упражнение – из тех, что лучше всего идут под музыку. Следуя за музыкой, можно менять темп и, кроме того, чередовать наклоны, выполняемые на каждый такт, с наклонами, выполняемыми на 2, 3 и т.д. такта. При этом допустима импровизация в движениях рук и головы.

Если Вы уверены в себе, то можете усложнить упражнение, выполняя его с различными отягощениями: гантелями, резиновыми жгутами.



КРУГОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТУЛОВИЩЕМ

Полезны для укрепления мышц живота и спины, увеличения подвижности позвоночника, тренировки вестибулярного аппарата.

Упражнение циклическое, содержит 2 фазы: движение вперед – движение назад.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 257):
прямая (14) и косые (15) м. живота, трапециевидная (8), мышца – выпрямитель позвоночника (13), квадратная м. поясницы (17), а также мышцы между поперечными отростками позвонков, межреберные, поперечно-остистая, короткие м. спины.

Полезные советы

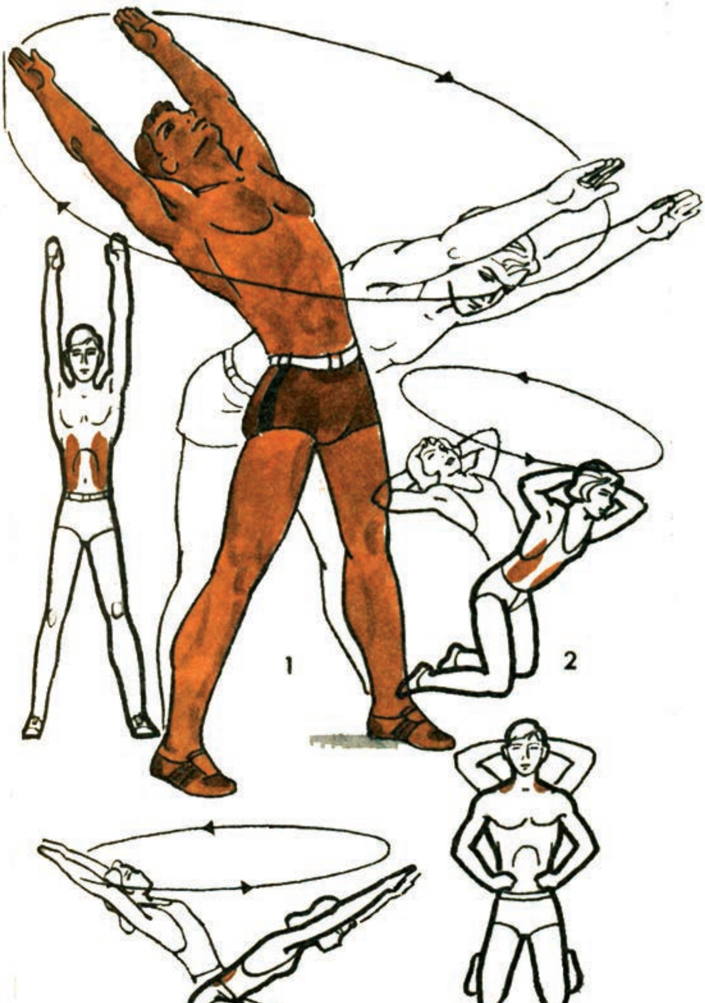
Круговые движения выполняются вправо и влево при различных исходных положениях:

1) стоя, ноги врозь, руки: на поясе, за головой или вверху;
2) стоя на коленях, руки: на поясе, за головой или вверху;
3) сидя на пятках, руки: за головой или вверху.

Упражнение можно выполнять без отягощений и с отягощениями – например, с гантелями. Упражнение тем труднее, чем дальше от оси вращения перемещаемые массы. Поэтому легче всего выполнять круговые движения, когда руки на поясе, а труднее всего – когда руки с гантелями вверху.

Темп движений, их амплитуда и порядок движений вправо и влево – произвольны. Можно лишь рекомендовать постепенное увеличение трудности упражнения – здесь, как и во всяком деле, лучше «торопиться не спеша».

Круговые движения туловищем приятно выполнять под музыку, и в этом случае Вы можете сочетать их с другими движениями танцевального характера.


1
2
3

ПОДНИМАНИЕ ТУЛОВИЩА ЛЕЖА НА СПИНЕ

Применяется для укрепления мышц живота, формирования полезного для здоровья и внешне привлекательного «мышечного корсета». Обеспечивает профилактику поясничного болевого синдрома и снижает риск заболеваний органов пищеварения.

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: поднимание туловища – пауза – опускание туловища – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 229):

прямая м. живота (14), косые м. живота (15), поперечная м. живота (16), подвздошно-поясничная (18), а также прямая м. бедра.

Полезные советы

Темп движений – один цикл за 2-3 секунды. Людям, страдающим поясничным болевым синдромом, рекомендуется выполнять упражнение так, чтобы подвздошно-поясничная мышца не участвовала в работе. Для этого рекомендуется любой из двух вариантов:

1) поднимать и опускать туловище, согнув ноги в коленях;

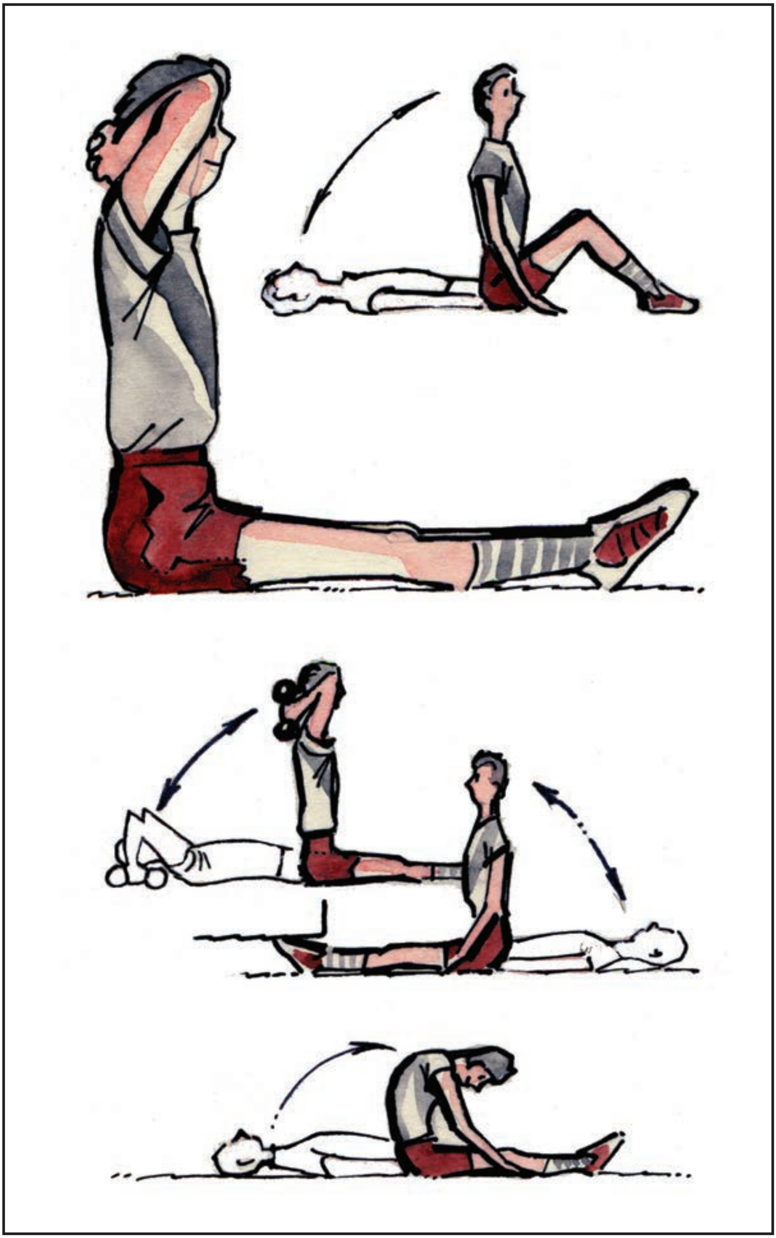
2) поднимать туловище не в выпрямленном положении, а «скручивая его» вокруг горизонтальной оси: голова на грудь, плечи к животу и т. д.

Поднимание и опускание туловища лежа на спине производится при различных положениях рук: за головой (для самых тренированных), вверху или вдоль туловища.

Упражнение облегчается, если руки вытянуть вдоль туловища, а ступни ног закрепить.

Усложнить упражнение можно, взяв гантели в руки, вытянутые за головой.

Эти и другие упражнения для укрепления мышц живота нужно выполнять, проявляя при этом настойчивость. Чем надежнее броня мышц на животе, тем стабильнее ситуация для защищаемых ею внутренних органов и тем выше гарантии Вашего здоровья.



ПОДНИМАНИЕ НОГ ЛЕЖА НА СПИНЕ

Применяется для укрепления мышц ног и живота. Полезно для уменьшения жироотложения, профилактики болезней органов пищеварения и формирования правильной осанки.

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: поднимание ног – пауза – опускание ног – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 243):

прямая м. живота (14), косые м. живота (15), четырехглавая м. бедра (19), подвздошно-поясничная (18), а также поперечная м. живота (16).

Полезные советы

Рекомендуемый темп – один цикл за 3-4 секунды.

Упражнение выполняется при различных исходных положениях рук:

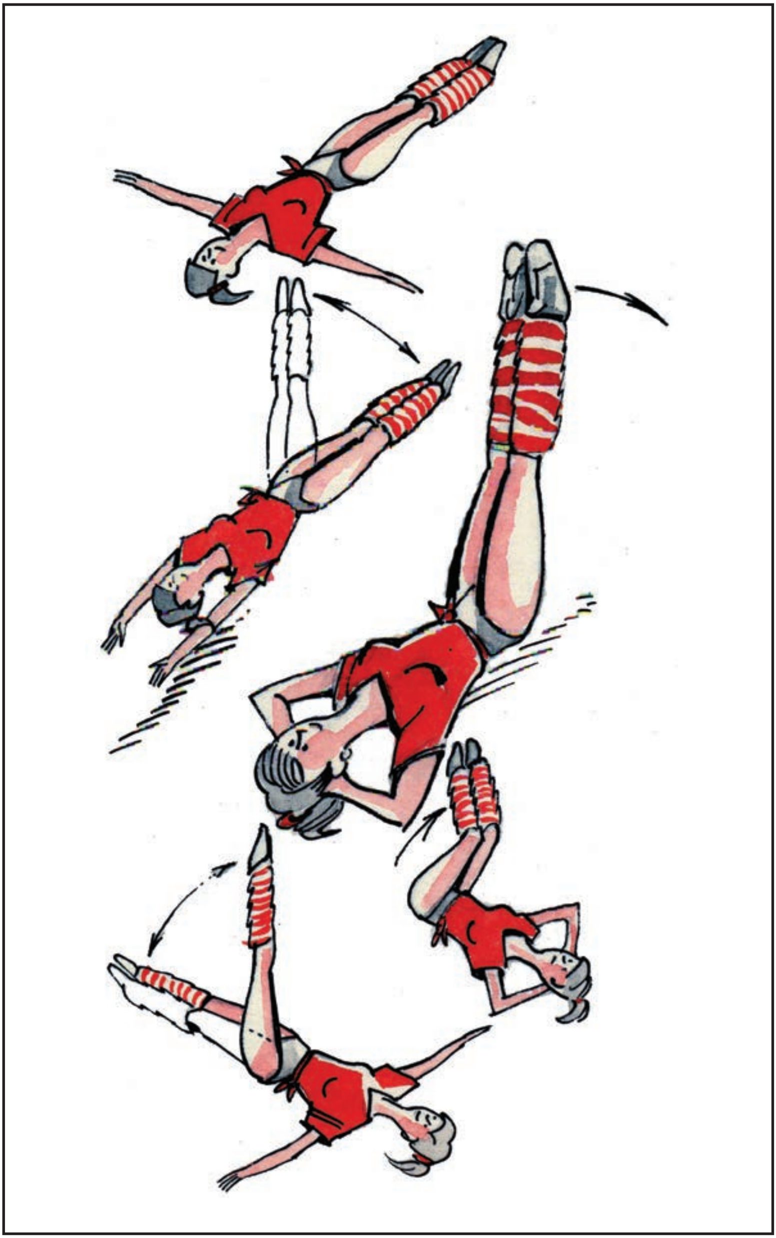
1) лежа на спине, руки закреплены;

2) лежа на спине, руки: в стороны, вдоль туловища, за головой или вверху.

Легче всего выполнять упражнение при закрепленных руках. С этого и надо начинать. Несколько труднее поднимать и опускать ноги, когда руки вытянуты вдоль туловища. Затем, по мере повышения тренированности можно переходить к еще более трудным вариантам: руки в стороны и руки за головой.

Ноги в коленях не сгибать, носки оттянуты. Напротив, людям, страдающим поясничным болевым синдромом, рекомендуется выполнять это упражнение, согнув ноги в коленях.

Занятия можно разнообразить, если время от времени поднимать ноги поочередно, сопровождая поднимание ног их круговыми движениями или поднимать ноги так, чтобы в верхнем положении они располагались слева или справа от туловища. Возможны и другие варианты, которые Вы, импровизируя, можете изобретать самостоятельно.



ВРАЩЕНИЕ НОГАМИ ЛЕЖА НА СПИНЕ («велосипед»)

Способствует укреплению мышц живота и ног, уменьшению толщины жировой складки на животе. Полезно для профилактики заболеваний органов пищеварения.

Упражнение циклическое, содержит 2 фазы:

1) круговое движение правой ногой вперед, левой назад;

2) круговое движение левой ногой вперед, правой назад.

Другой вариант упражнения – симметричный, когда ноги двигаются по круговым траекториям одновременно – вперед или назад.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 243):
прямая м. живота (14), косые м. живота (15), подвздош-но–поясничная (18), четырехглавая м. бедра (19), двуглавая м. бедра (23), а также поперечная м. живота (16), икроножная (25), подвздошно-поясничная (18), портняжная, мышца – напрягатель широкой фасции, гребенчатая.

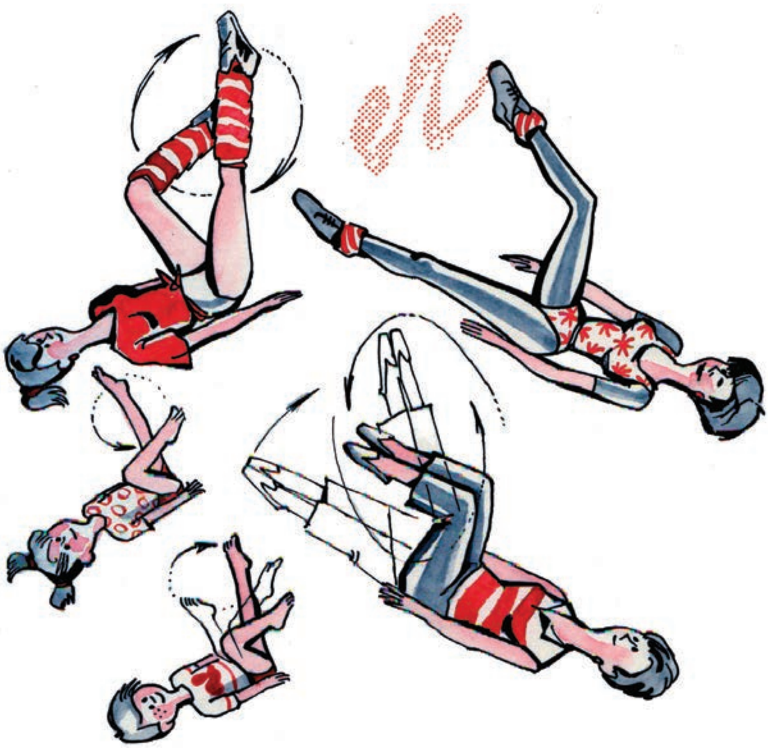
Полезные советы

Темп движений – один цикл за секунду. В верхней точке вращения нога полностью выпрямляется, носок оттянут. Упражнение следует выполнять интервально: минута работы – минута отдыха и так далее, до предела. Менее тренированные могут увеличивать интервалы отдыха, а более тренированные должны их уменьшать.

При наличии поясничного болевого синдрома большие объёмы этого упражнения противопоказаны. Взамен рекомендуется описанное ранее упражнение с подниманием и опусканием туловища.

Упражнение имеет два основных варианта:
вариант 1: вращение ногами, как на велосипеде (в одном или другом направлении);
вариант 2: одновременное вращение ногами (в одном или другом направлении).

Для того, чтобы занятия не были монотонными, можно сочетать варианты и придумывать новые элементы. Попытайтесь, например, быстро и медленно «написать» в воздухе одной или двумя ногами буквы алфавита, свое имя и другие слова.



Упражнения для мышц ног нельзя рассматривать в отрыве от мышц, локализованных в области таза. От их активности зависит состояние расположенных здесь внутренних органов. Многие расстройства мочеполовой сферы и пищеварения можно предотвратить, если регулярно выполнять упражнения для внутренних и внешних мышц таза.

Мышцы ног выполняют ещё и роль «мышечного насоса», существенно увеличивая венозный приток к сердцу. Это особенно важно для тех, у кого не очень сильное сердце.

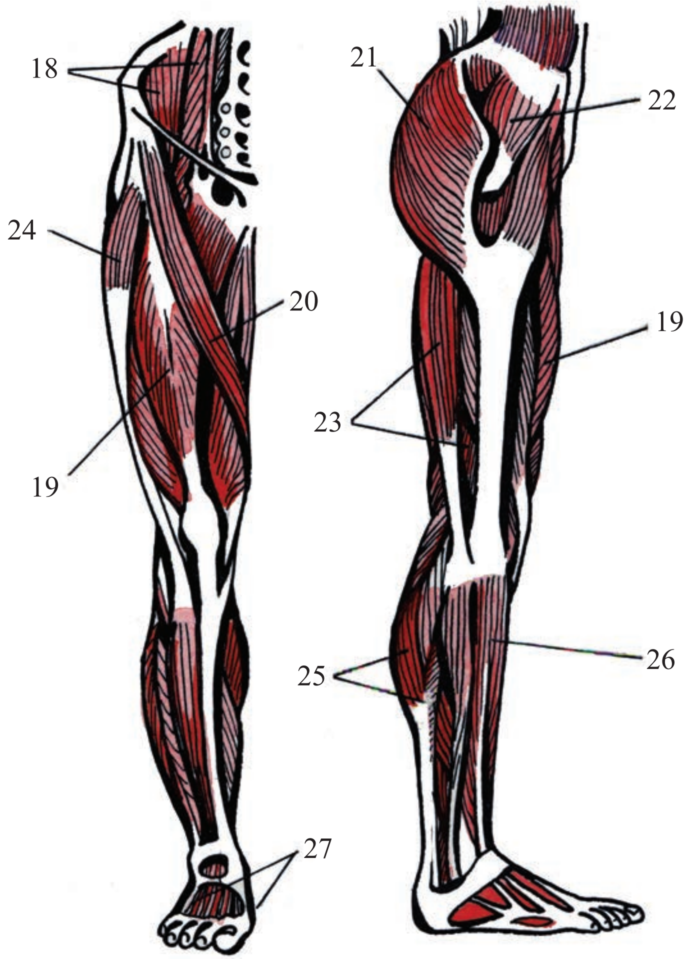
Но главная функция ног – служить «фундаментом» тела. Чем тренированнее ноги, тем выше выносливость, сила, быстрота, ловкость и внешняя привлекательность.

Многие упражнения для мышц ног просты, привычны и не требуют специальной оснастки и больших затрат времени. Так, достаточно отказаться от лифта, регулярно подниматься на свой этаж по лестнице – и Вы получите прекрасное каждодневное упражнение для четырёхглавой мышцы бедра. Полезно и спускаться по лестнице.

Для других упражнений нужны специальные приспособления. В особенности это относится к упражнениям для задней поверхности бедра, большой и средней ягодичных мышц. Здесь приходится идти на хитрости: привязывать к ногам гантели, вбивать в стену надёжный крюк, чтобы закрепить эспандер или резиновый бинт и т.д.

На стр. 243 обозначены самые крупные мышцы ног и пояса нижних конечностей.

Из моря литературы, посвящённой методам тренировки для улучшения формы ног, хотелось бы отметить талантливую книгу Ф. Шмитта и С. Тайверс «Ножки мирового стандарта. Эффективная шестинедельная программа приведения в форму ваших ног, ягодиц и бёдер». – М.: «Издательский дом ННН», 1994.



19 – четырёхглавая мышца бедра, 20 – портняжная, 21 – большая ягодичная, 22 – средняя ягодичная, 23 – двуглавая мышца бедра, 24 – мышца-напрягатель широкой фасции, 25 – трёхглавая мышца голени (икроножная и камбаловидная), 26 – передняя большеберцовая, 27 – подошвенная мышца и короткие мышцы, участвующие в движениях пальцев ног.

ПОДНИМАНИЕ ТЕЛА НА НОСКИ

Рекомендуется для укрепления мышц и связок голеностопного сустава. Полезно для профилактики заболеваний суставов и плоскостопия, а также для формирования правильной осанки и развития устойчивости тела (равновесия).

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: поднимание тела – пауза – опускание тела – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 243):

икроножная и камбаловидная (25), задняя большеберцовая, длинный сгибатель пальцев стопы, длинный сгибатель большого пальца, длинная и короткая малоберцовые, передняя большеберцовая (26), длинный разгибатель пальцев и длинный разгибатель большого пальца; мышцы стопы (27), в том числе подошвенная и короткие мышцы, участвующие в движениях пальцев.

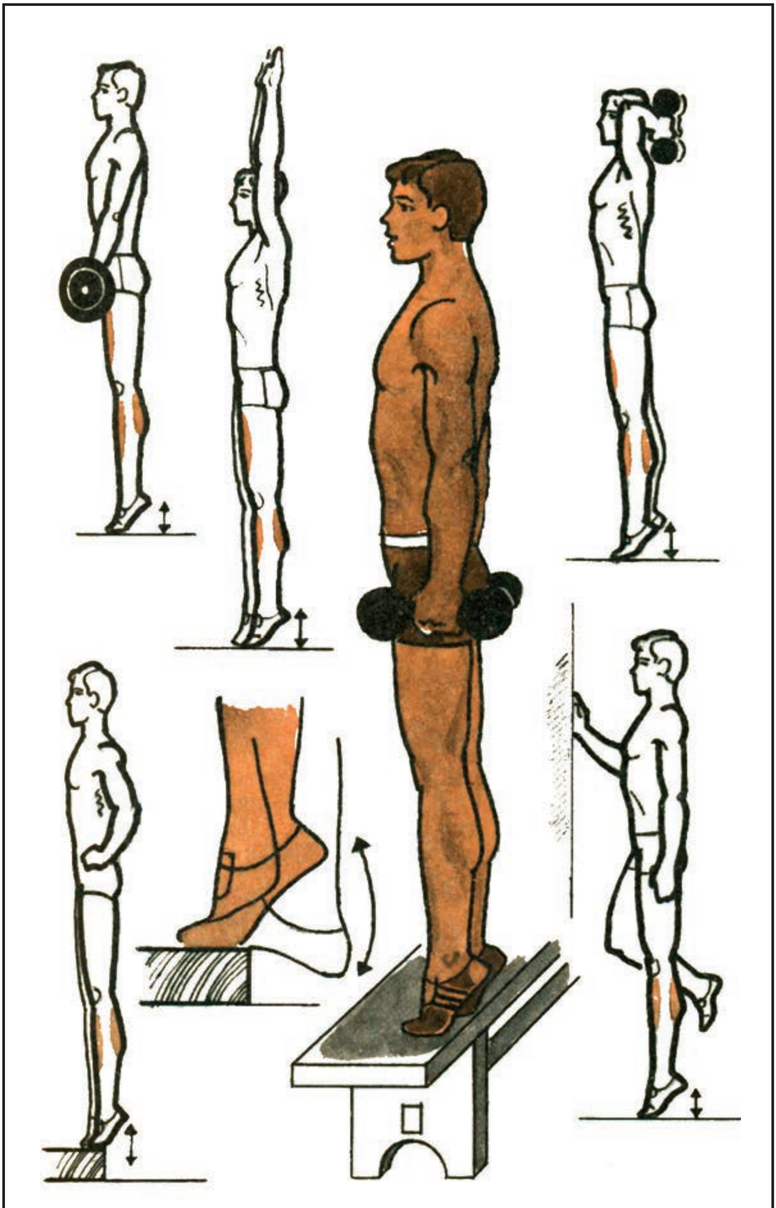
Полезные советы

Темп движений – произвольный, причем время от времени полезно задерживаться в верхнем положении до появления болевых ощущений в мышцах голени. Для того, чтобы мышцы работали не только в преодолевающем, но и уступающем режиме, опускание можно выполнять за то же время, что и подъём.

Упражнение выполняется стоя при различных исходных положениях рук: внизу, за головой, на поясе, вверху. Ноги не гнуть, спину и голову держать прямо.

Упражнение можно выполнять без отягощений и с отягощениями: штангой, гантелями, гирями. Наиболее тренированные могут подниматься и опускаться на одной ноге, придерживаясь рукой за стену или другой неподвижный предмет.

Поднимание и опускание тела на носках – одно из тех упражнений, которые можно выполнять «между делом»: при вынужденном ожидании, во время поездки в общественном транспорте. Последнее весьма эффективно, т. к. воздействие вибрации на мышцы ноги человека, стоящего на носках, обеспечивает дополнительный тренировочный эффект.



ПРЫЖКИ ВВЕРХ С МЕСТА

Рекомендуются для развития мышц ног, увеличения их силы и прыгучести, укрепления связок голеностопного сустава. Полезны для профилактики плоскостопия, улучшают состояние систем кровообращения и дыхания.

Циклическое упражнение, содержит 4 фазы: подседание – отталкивание – полёт – приземление.

Наиболее активные мышцы (стр. 243):
икроножная и камбаловидная (25), а также задняя большеберцовая, длинные сгибатели пальцев ноги и большого пальца, длинная и короткая малоберцовые, передняя большеберцовая (26), а также длинные разгибатели пальцев и большого пальца; подошвенная и другие мышцы стопы (27), четырехглавая м. бедра (19), двуглавая м. бедра (23), большая ягодичная (21), средняя ягодичная (22).

Полезные советы

Приземляйтесь, по-возможности, на носки. При приземлении на всю ступню и, особенно, на пятку возникают значительные и нежелательные ударные воздействия на суставы и позвоночник.

Не забывайте о маховых движениях рук; они увеличивают силу отталкивания и помогают сохранить равновесие.

Начинать нужно с обычных прыжков. Но по мере повышения тренированности можно использовать усложненные варианты прыжков, в том числе:

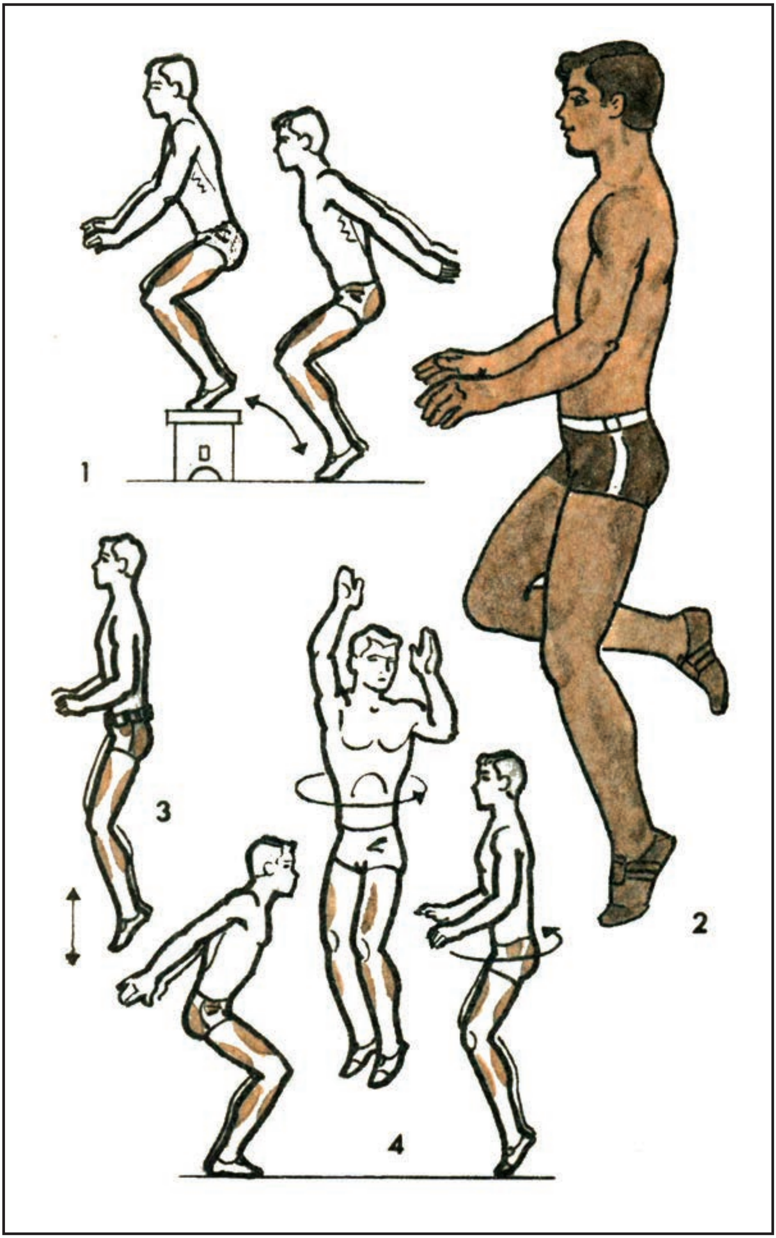
1) в «глубину» (спрыгивание и напрыгивание на гимнастическую скамейку);

2) на одной ноге;

3) с отягощением;

4) с поворотом в воздухе на 90, 180 градусов.

Темп прыжков произвольный. Привлекательность и эмоциональная окраска упражнений значительно улучшается, если их выполнять под музыку.


1
2
3
4

ПРЫЖКИ СО СКАКАЛКОЙ

Рекомендуются для формирования мышц – разгибателей и сгибателей стопы и увеличения их силы. Способствуют повышению ловкости, прыгучести и выносливости. Улучшают состояние систем кровообращения и дыхания. Являются профилактическим средством против плоскостопия.

Упражнение циклическое, содержит 3 фазы: отталкивание – полёт – приземление.

Наиболее активные мышцы (стр. 243):

икроножная и камбаловидная (25), а также задняя большеберцовая, длинные сгибатели пальцев стопы и большого пальца, длинная и короткая малоберцовые; передняя большеберцовая (26), а также длинные разгибатели пальцев стопы и большого пальца; двуглавая м. бедра (23); четырехглавая м. бедра (19), большая ягодичная (21), средняя ягодичная (22).

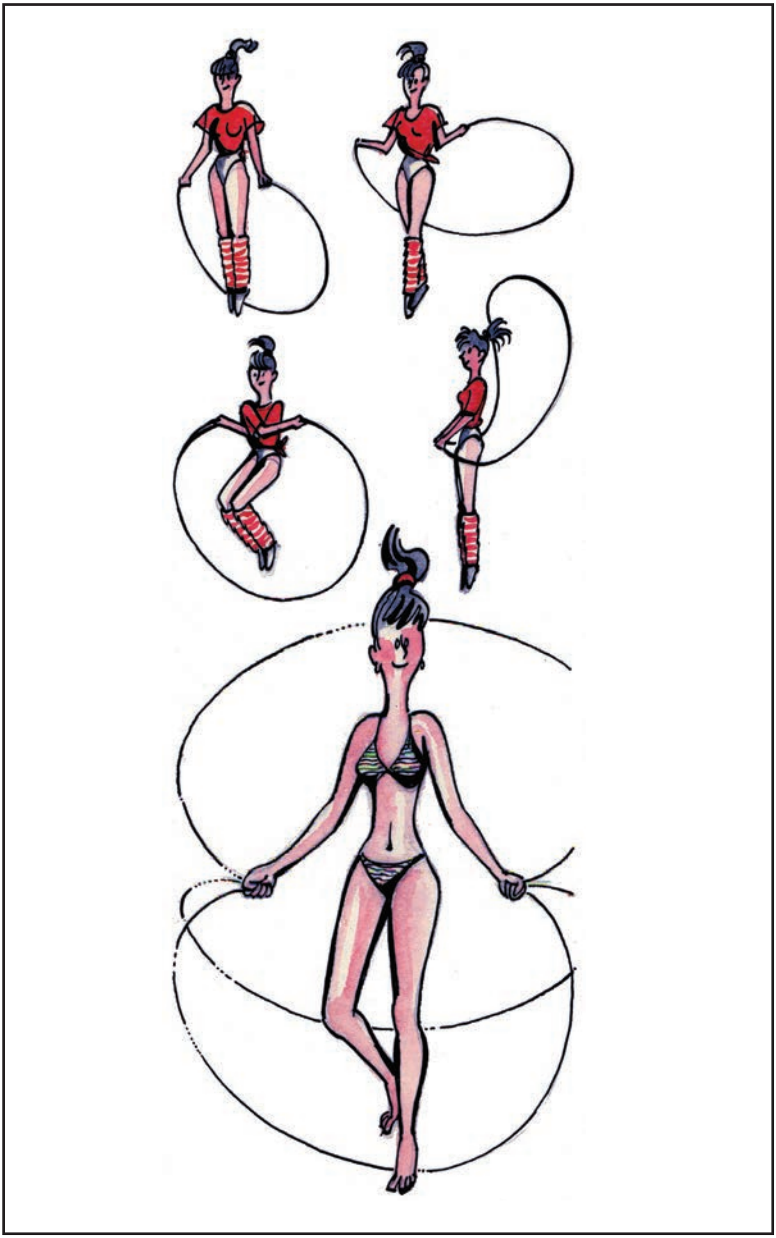
Полезные советы

Подпрыгивать нужно на носках, при незначительном напряжении мышц бедра.

Прыжки можно выполнять одновременно на двух ногах или попеременно на правой и левой ноге.

В классическом варианте упражнения ноги в коленях почти не сгибаются, туловище выпрямлено, голова приподнята. Однако на соревнованиях по художественной гимнастике легко убедиться в том, сколь разнообразным может быть это, на первый взгляд простое упражнение.

И тренировочный эффект его может оказаться весьма существенным. Так, в книге Гиннеса зафиксирован мировой рекорд в прыжках со скакалкой: 50180 прыжков за 6 часов. 35-летний мужчина, установивший этот рекорд, потерял за эти 6 часов в весе 3 килограмма, а температура тела у него поднялась до 39 градусов по Цельсию. Примерно такой же эффект дает марафонский забег на 42 километра 195 метров.



МАХИ НОГОЙ

Рекомендуются для укрепления мышц ног и живота, а также для увеличения подвижности и профилактики заболеваний тазобедренных суставов.

Упражнение циклическое, содержит 2 фазы: движение вперед (назад или вбок) – возвращение в исходное положение.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 243):

при махах вперед: четырехглавая м. бедра (19), подвздошно-поясничная (18), мышца – напрягатель широкой фасции (24), портняжная (20), прямая м. живота (14), косые м. живота (15);

при махах назад: большая ягодичная (21), двуглавая м. бедра (23), а также портняжная (20), полусухожильная, полуперепончатая, большая приводящая, короткие м. спины;

при махах вбок: мышца – напрягатель широкой фасции (24), средняя ягодичная (22), а также малая ягодичная, грушевидная, внутренняя запирательная, близнецовые.

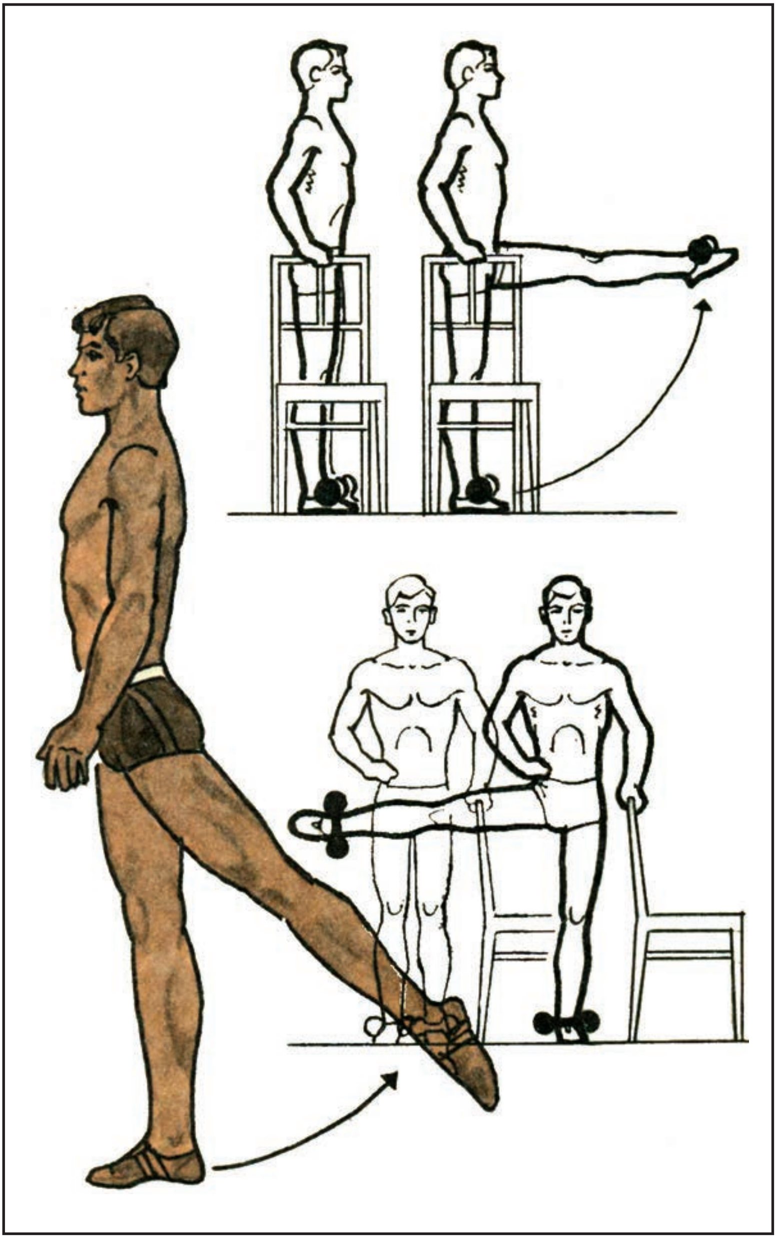
Полезные советы

Темп движений: один – два цикла за секунду. Туловище необходимо держать прямо, ноги не сгибать, плечи не приподнимать.

У этого упражнения много вариантов. Махи можно выполнять вперед, назад и вбок. В каждом из этих случаев упражнение выполняется поочередно левой и правой ногой либо сериями по 10, 20 и т. д. махов: сначала серия махов левой ногой, затем серия правой ногой.

Осваивая это упражнение, можно поддерживать равновесие, держась рукой за опору.

По мере повышения тренированности можно использовать отягощения. Для этого надевается тяжелый ботинок или другой груз – например, можно привязать к ногам гантели.



ПРИСЕДАНИЯ

Полезны для увеличения силы мышц ног, повышения подвижности в суставах, а также для улучшения состояния систем кровообращения и дыхания и развития устойчивости тела (равновесия).

Циклическое упражнение, содержит 4 фазы: приседание, движение тела вверх, пауза в верхнем, пауза в нижнем положении.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 243):
четырехглавая м. бедра (19), передняя большеберцовая (26), а также двуглавая м. бедра (23), большая ягодичная (21), икроножная и камбаловидная (25), мышца – выпрямитель позвоночника (13).

Полезные советы

Рекомендуемый темп – один цикл за 1-2 секунды.

По ходу упражнения контролируйте частоту пульса и снижайте темп приседаний, если число сердечных сокращений за минуту превысило величину, равную 170 минус возраст. При контроле за частотой сердечных сокращений удобно подсчитывать число сердечных сокращений за 10 секунд и полученную цифру умножать на 6.

Приседать можно по-разному:

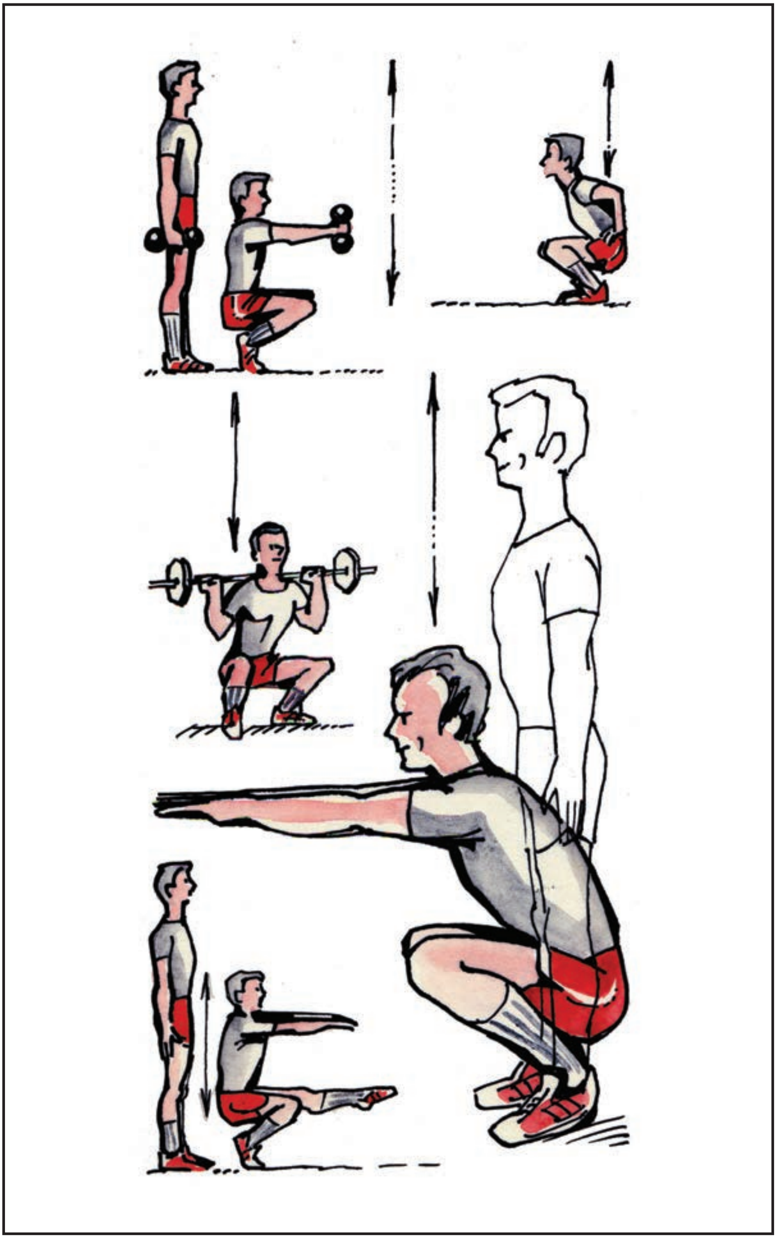
1) не отрывая пяток от пола или на носках;

2) руки на поясе или вытянуты вперед;

3) с отягощениями: штангой, гантелями, гирями.

Усовершенствовавшись в обычных приседаниях, попытайтесь сделать «пистолетик», т. е. присесть на одной ноге, а другую ногу вытянуть вперед. Осваивая это упражнение, первое время можно держаться за неподвижную опору рукой.

Рекорды в приседаниях впечатляют (например, 6000 раз за 3 часа). Но обычный человек может чувствовать себя удовлетворенным, если без особого напряжения сможет присесть 100 – 150 раз подряд или сделать 2 – 3 приседания на одной ноге.



РАСТЯГИВАНИЕ РЕЗИНОВОГО ЖГУТА НОГАМИ

Полезно для увеличения силы и формирования рельефа мышц ног, а также для укрепления суставов ног.

Упражнение содержит 2 фазы:

1) растягивание жгута левой ногой (или правой);

2) возвращение левой (или правой) ноги в исходное положение.

Эти действия могут выполняться поочередно или складываться в более сложные циклы. Многочисленные разновидности этого упражнения составляют две группы:

А – растягивание жгута движением ноги назад;

Б – растягивание жгута движением ноги вперед.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 243):

вариант А: большая ягодичная (21), двуглавая м. бедра (23), а также полусухожильная, полуперепончатая, большая приводящая, короткие мышцы спины;

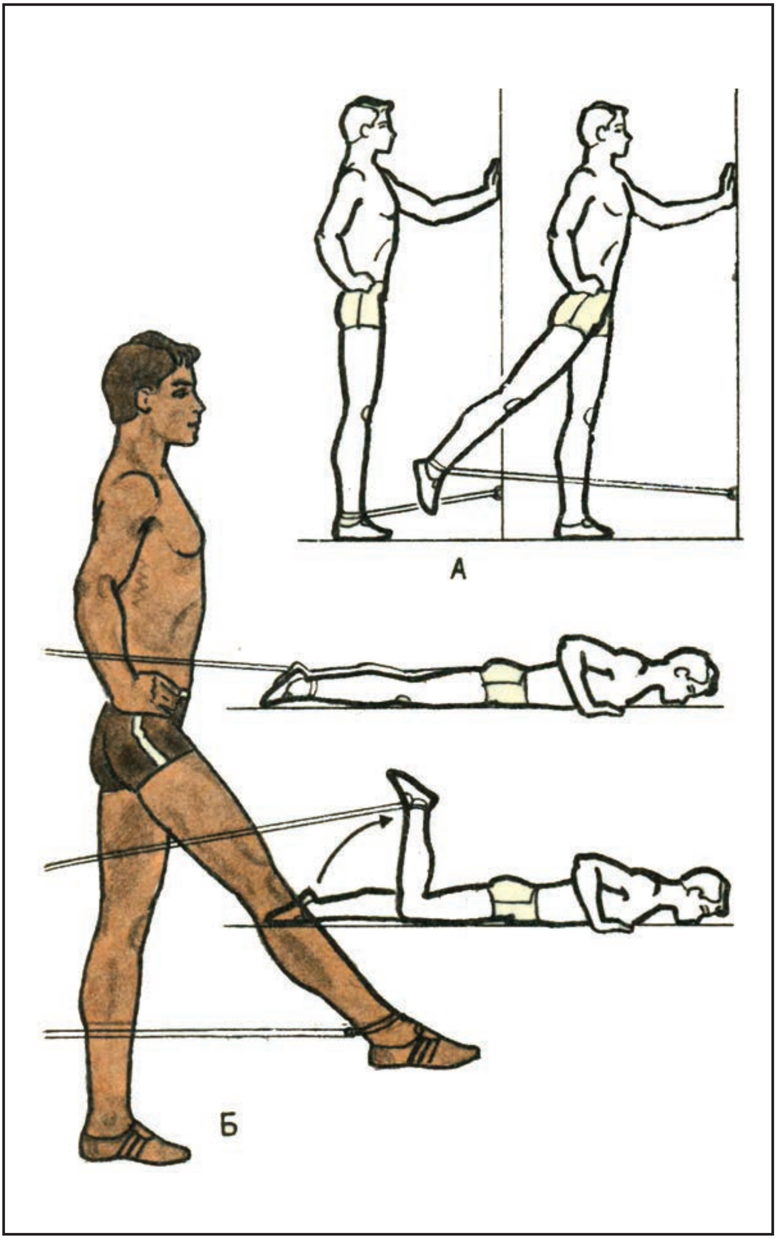
вариант Б: четырехглавая м. бедра (19), мышца – напрягатель широкой фасции (24), подвздошно-поясничная (18), портняжная (20), прямая (14) и косые (15) мышцы живота.

Полезные советы

Резиновый жгут прикрепляется к голени в области ахиллова сухожилия. Ноги не сгибать, туловище держать прямо. Можно придерживаться рукой за неподвижную опору.

Упражнение может выполняться не только стоя, но и лежа, в том числе и в домашних условиях. Для этого в стену рядом со спальным местом вбивают надежный крюк, к которому прикрепляют резиновый жгут (или эспандер). Такой вариант организации занятий могут избрать те, кто по разным причинам не желает посвящать окружающих в свои «тайны». Растягивать прикрепленный к стене резиновый жгут лежа на животе особенно полезно при ожирении ягодиц и задней поверхности бедер.

Освоив упражнение, попытайтесь напрягать мышцы не только при растягивании жгута, но и при возвращении в исходное положение (здесь мышцы работают в уступающем режиме).


А
Б

Мышцы рук и плечевого пояса в большинстве своём поверхностные. Поэтому они относятся к числу тех мышц, от которых в первую очередь зависит внешний вид человека.

Самые крупные из них показаны на стр. 257.

Польза от тренировки мышц рук и плечевого пояса очевидна. Позанимайтесь пару месяцев, и совсем по-другому себя почувствуете: улучшится осанка, добавится уверенности, одежда будет смотреться гораздо лучше.

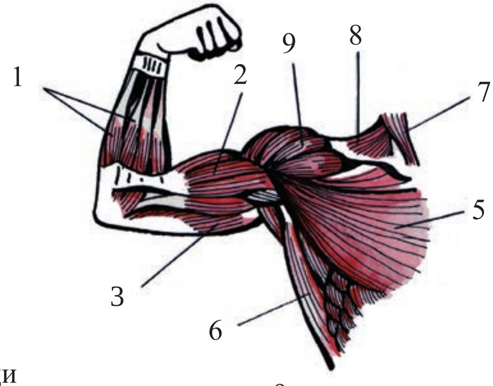
Речь не идёт о наращивании рельефных мышц, как в культуризме. А всего лишь о том, чтобы уйти от дряблых рук, обвисшей груди и жировых наслоений. Ведь не секрет, что многие из нас при взгляде в зеркало могут вспомнить строки из песни Юрия Визбора:

> «Излишний вес – он словно бес
> Он цепко держит наши органы в осаде
> А также виден он и спереди, и сзади
> Чтоб он исчез, излишний вес!»

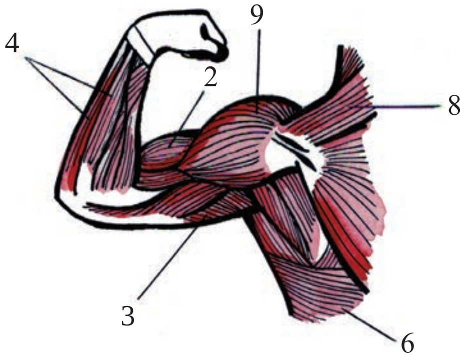
Отдельный совет очаровательным и несравненным. Возьмите, пожалуйста, на заметку, что увеличение объёма большой грудной мышцы может дать заметный косметический эффект, эквивалентный увеличению объёма груди на один размер.

Примечание: Нельзя ошибаться при выборе режима выполнения упражнений. К существенному росту объёма мышц ведут упражнения максимальной мощности, т.е. настолько тяжёлые, что их не удаётся выполнять непрерывно дольше сорока секунд. Их повторяют много раз с перерывами (интервалами), из-за чего такая тренировка получила название интервальной. Упражнения большой и умеренной мощности, наоборот, «сушат» мышцы. От таких упражнений объём мышц уменьшается, но они делаются более выносливыми.

Вид спереди



Вид сзади



1 – мышцы-сгибатели кисти и пальцев (в том числе длинная ладонная мышца, локтевой сгибатель запястья и лучевой сгибатель запястья), 2 – двуглавая мышца плеча («бицепс»), клювовидно-плечевая и плечевая мышца, 3 – трёхглавая мышца плеча («трицепс»), 4 – мышцы-разгибатели кисти и пальцев (в том числе длинный и короткий лучевые разгибатели запястья, длинный разгибатель пальцев), 5 – большая грудная мышца, 6 – широчайшая мышца спины, 7 – грудино-ключично-сосцевидная мышца, 8 – трапециевидная мышца, 9 – дельтовидная мышца.

СГИБАНИЕ И РАЗГИБАНИЕ РУК В ЛОКТЕВЫХ СУСТАВАХ

Полезно для укрепления мышц рук и плечевого пояса, увеличения подвижности в локтевых суставах.

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: сгибание рук – пауза – разгибание рук – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 257):

при сгибании предплечья: двуглавая м. плеча (2), а также плечевая; плечелучевая и круглый пронатор; при разгибании предплечья – трехглавая м. плеча (3).

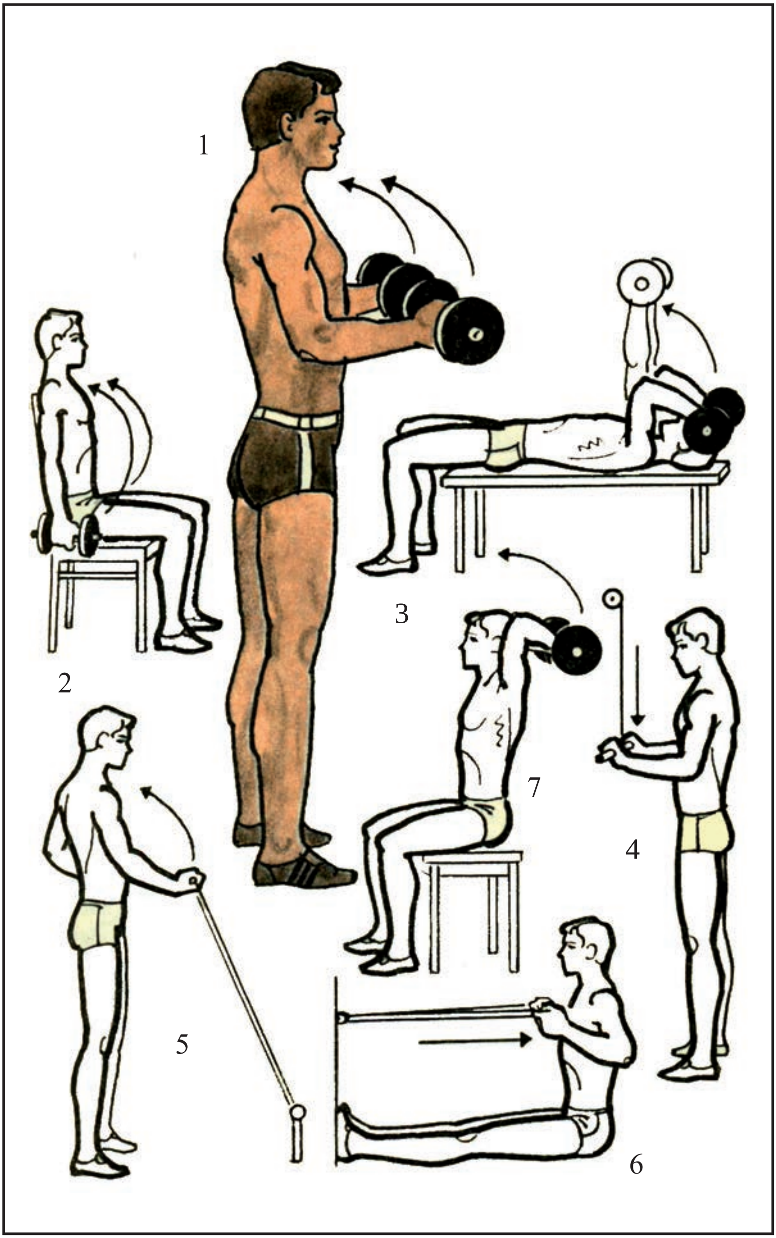
Полезные советы

Темп движений – один цикл за 2 секунды. Но здесь нет строгих ограничений. Например, Вы можете выполнять упражнения под музыку, следуя ее ритму. Это делает занятия менее утомительными и более приятными. При наличии отягощений можно делать одно движение на 2, 3, 4 или большее число тактов.

При выполнении упражнений голову и спину желательно держать прямо. По окончании упражнений мышцы расслабить, поднимая руки вверх и потряхивая ими.

Упражнения можно выполнять стоя, сидя и лежа, используя гантели, штангу или другие отягощения, а также резиновый бинт или эспандер. На рисунке показано несколько разновидностей таких упражнений:

1) сгибание рук со штангой или гантелями стоя;
2) сгибание рук со штангой или гантелями сидя;
3) сгибание рук со штангой или гантелями лежа на спине;
4) растягивание резинового жгута, закрепленного сверху;
5) растягивание резинового жгута, закрепленного снизу;
6) растягивание резинового жгута, закрепленного спереди;
7) сгибание и разгибание рук за головой («французский жим»).


1
2
3
7
4
5
6

ПОДНИМАНИЕ ПРЯМЫХ РУК ДО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УРОВНЯ

Полезно для укрепления мышц плечевого пояса, грудных мышц и мышц, отводящих лопатки к позвоночному столбу. Способствует формированию правильной осанки и улучшению формы груди.

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: поднимание рук – пауза – опускание рук – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 257):
при движении вперед: верхние пучки большой грудной мышцы (5), передняя часть дельтовидной мышцы (9), двуглавая м. плеча (2), а также клювовидно-плечевая;
при движении назад: задняя часть дельтовидной мышцы (9), широчайшая м. спины (6), длинная головка трехглавой мышцы плеча (3), а также подостная, малая круглая и большая круглая;
при движении в стороны:

1) **при отведении:** дельтовидная (9), а также надостная;

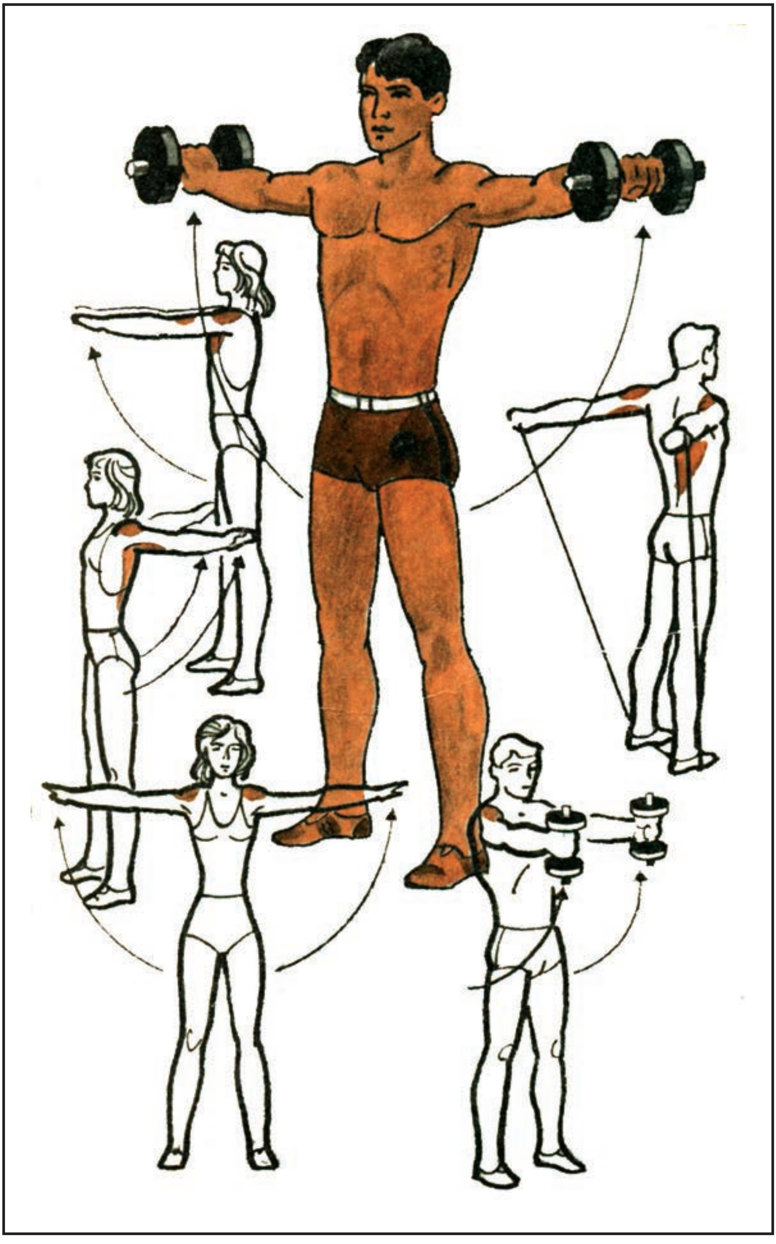
2) **при приведении:** большая грудная (5), широчайшая м. спины (6), длинная головка трехглавой м. плеча (3), а также клювовидно-плечевая, подостная, подлопаточная, малая круглая и большая круглая.

Полезные советы

Темп движений зависит от Ваших целей. При низком темпе (замедленных движениях) упражнение ближе к статическому и его труднее выполнять. Но зато быстрее увеличиваются размеры мыши и их сила. Вы достигнете в этом успеха, если будете выполнять упражнения «до отказа», а паузы отдыха установите от двух до пяти минут.

Упражнение имеет несколько разновидностей, в которых руки поднимаются: вперед до уровня груди, в стороны и назад.

Поднимание рук можно выполнять с отягощениями: например, с гантелями или резиновым жгутом.



РАСТЯГИВАНИЕ РЕЗИНОВОГО ЖГУТА ИЛИ ЭСПАНДЕРА РУКАМИ

Полезно для укрепления мышц рук, спины и, отчасти, живота.

Упражнение циклическое, содержит 2 фазы:
попеременный вариант: в первой фазе правая рука перемещается вперед, левая – назад, а во второй фазе – наоборот;
одновременный вариант: в первой фазе обе руки движутся назад, а во второй – вперед.

Упражнение имеет две разновидности:

А – лицом к точке закрепления жгута,

Б – спиной к точке закрепления жгута.

От этого зависит топография работающих мышц.

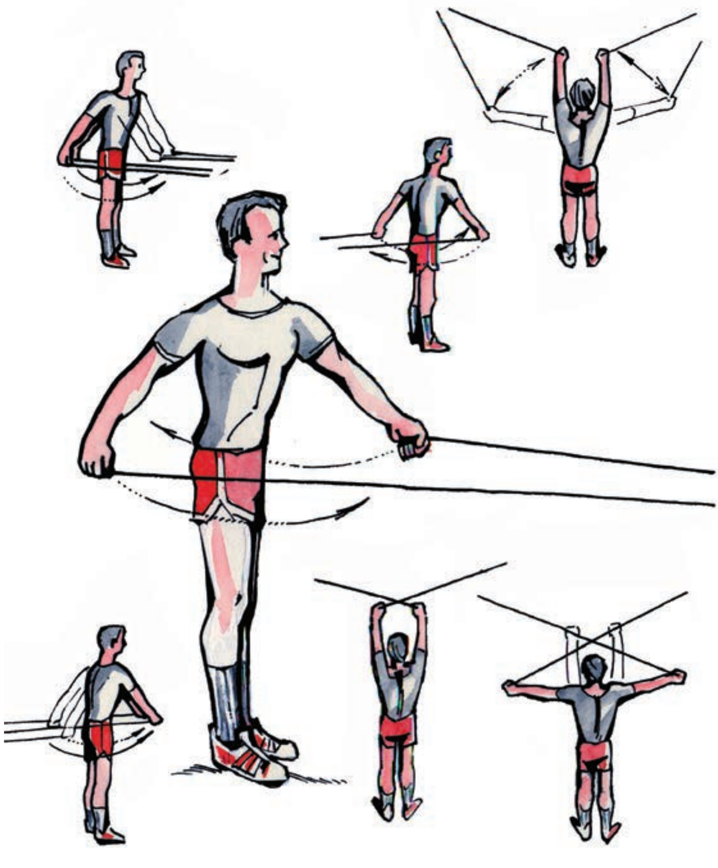
Наиболее активные мышцы (стр. 229, 257) :
при варианте А: сгибатели кисти (1), трехглавая м. плеча (3), широчайшая м. спины (6), наружная косая м. живота (15), а также подостная, малая круглая, большая круглая;
при варианте Б: разгибатели кисти и пальцев (4), двуглавая м. плеча (2), дельтовидная (9), большая грудная (5), наружная косая м. живота (15), а также клювовидно-плечевая, плечелучевая, плечевая, круглый пронатор.

Полезные советы

Темп движений – один цикл за две секунды. Но, разумеется, темп можно менять в зависимости от упругости жгута, Вашей силы, самочувствия и просто от настроения.

Ноги не сгибайте, голову держите прямо. Движения выполняются плавно.

Упражнение наиболее эффективно, когда мышцы напрягаются не только при растягивании жгута, но и при возвращении в исходное положение. Однако, если Вы имитируете движения лыжника, то возвращение рук в исходное положение постарайтесь выполнять без напряжения.



ПОДТЯГИВАНИЕ НА НИЗКОЙ ПЕРЕКЛАДИНЕ

Полезно девочкам и взрослым женщинам (а также мужчинам на начальном этапе занятий) **для развития мускулатуры рук, плечевого пояса, спины и живота.** Улучшает форму груди.

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: сгибание рук – пауза – разгибание рук – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 243, 257): мышцы – сгибатели кисти (1), двуглавая м. плеча (2), трехглавая м. плеча (3), нижние пучки большой грудной мышцы (5), широчайшая м. спины (6), прямая м. живота (14), четырехглавая м. бедра (19), а также плечелучевая, плечевая и клювовидно-плечевая.

Полезные советы

Рекомендуемый темп – один цикл за 2 секунды. Однако все зависит от Вашей силы на сегодняшний день. Если Вы сильны, то темп может быть высоким. А если подготовленность невысокая, то между подтягиваниями можно делать паузы.

При выполнении упражнений нужно опираться на пятки выпрямленных ног. На начальном этапе занятий можно рекомендовать подтягивание с ногами, согнутыми в коленях и опирающимися ступнями в пол.

Подтягиваться можно, если руки держат перекладину хватом снизу (облегченное упражнение) или хватом сверху (более трудное упражнение). Упражнение тем труднее, чем шире расставлены руки.

Недостаточно тренированные мужчины могут использовать подтягивание на низкой перекладине как подготовительное упражнение. Освоив его и укрепив мышцы, можно переходить к подтягиванию на высокой перекладине, кольцах и т. п.

ПОДТЯГИВАНИЕ НА ВЫСОКОЙ ПЕРЕКЛАДИНЕ

Полезно для развития силы мышц рук, плечевого пояса и спины. Рекомендуется лицам мужского пола. Делает торс более мускулистым и внешне привлекательным. Способствует формированию правильной осанки.

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: сгибание рук – пауза – разгибание рук – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 257):
двуглавая м. плеча (2), трехглавая м. плеча (3), мышцы – сгибатели кисти (1), большая грудная (5), широчайшая м. спины (6), прямая м. живота (14), а также клювовидно-пле-чевая и плечевая.

Полезные советы

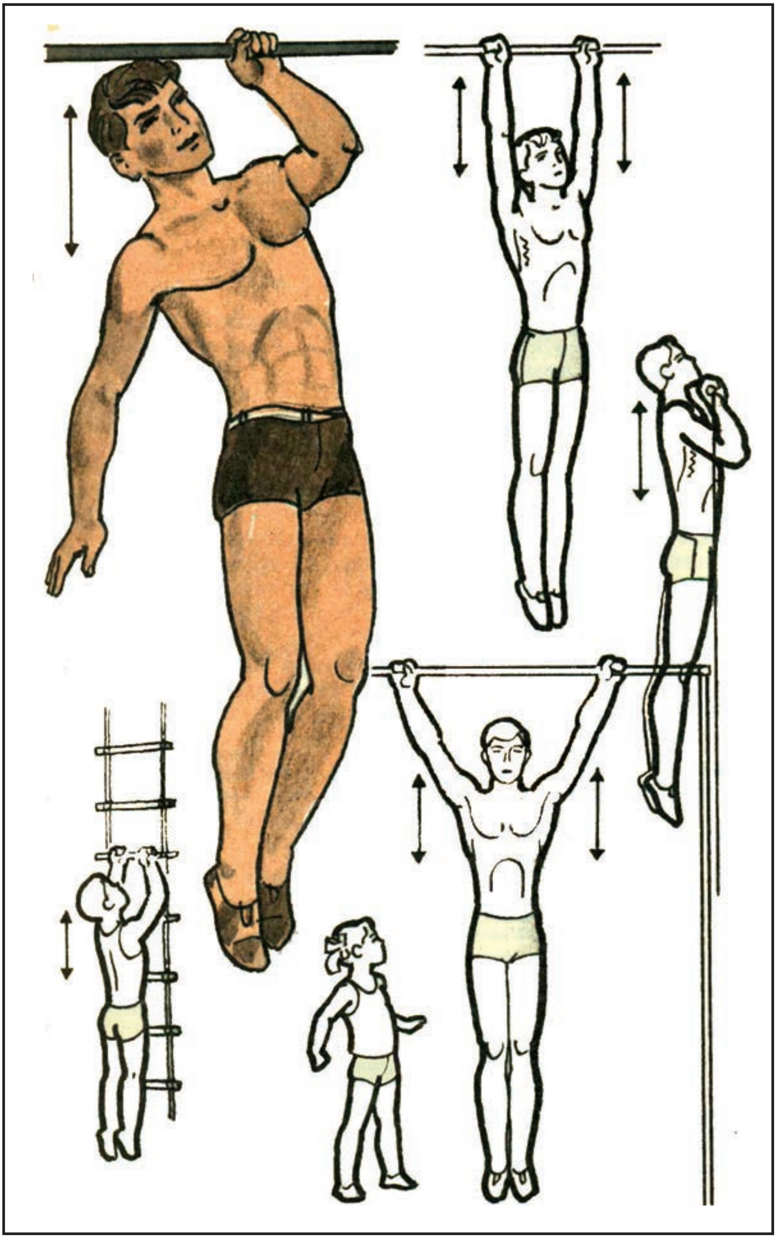
Темп движений – один цикл за две секунды. Сгибание рук выполняется до тех пор, пока кисти рук не окажутся ниже уровня подбородка. Выполняя упражнение, старайтесь удерживать тело в вертикальном положении.

Легче всего подтягиваться, когда руки расставлены на ширину плеч и держат перекладину хватом снизу. По мере повышения тренированности можно перейти на хват сверху и увеличить расстояние между кистями рук.

Можно подтягиваться на кольцах, гимнастической стенке, веревочной лестнице. Заметим, что хотя бы один из этих предметов совершенно необходим в доме, где растёт ребенок.

Подтягивание на высокой перекладине – прекрасный тест. Оценку «отлично» получает ученик первого – второго класса, если может подтянуться 4 раза, и юноша 16 – 17 лет, если он подтягивается 12 раз подряд. Тренированным атлетам, особенно гимнастам, удается без отдыха подтягиваться несколько десятков раз.

Человек, подтягивающийся на высокой перекладине 22 раза, может подтянуться один раз на одной руке.



СГИБАНИЕ И РАЗГИБАНИЕ РУК В УПОРЕ ЛЕЖА

Полезно для укрепления мышц рук, плечевого пояса, спины. Способствует формированию правильной осанки. Улучшает форму груди.

Упражнение циклическое, содержит 4 фазы: сгибание рук – пауза – разгибание рук – пауза.

Наиболее активные мышцы (стр. 229, 257):
трехглавая м. плеча (3), дельтовидная (9), верхние пучки большой грудной (5), широчайшая м. спины (6), а также двуглавая м. плеча (2), прямая м. живота (14).

Полезные советы

Рекомендуемый темп отжиманий – один цикл за 2 секунды (по мере повышения тренированности темп можно увеличить).

Упражнение имеет следующие разновидности:

1. Отжимание из положения стоя на коленях, с опорой на стул или гимнастическую скамейку. Это сравнительно легкое упражнение следует выполнять людям с низкой физической подготовленностью, особенно женщинам;

2. Отжимание в упоре лежа, руки на ширине плеч. Если Вы в состоянии отжаться от пола 15 – 18 раз, упражнение можно усложнить. Например:

а) оттолкнуться руками от пола и сделать хлопок;

б) постараться сделать максимальное число отжиманий за минуту, или – за две, как в американской армии; там наивысшую оценку получают те, кто может за две минуты отжаться 80 раз (мужчины) и 65 раз (женщины);

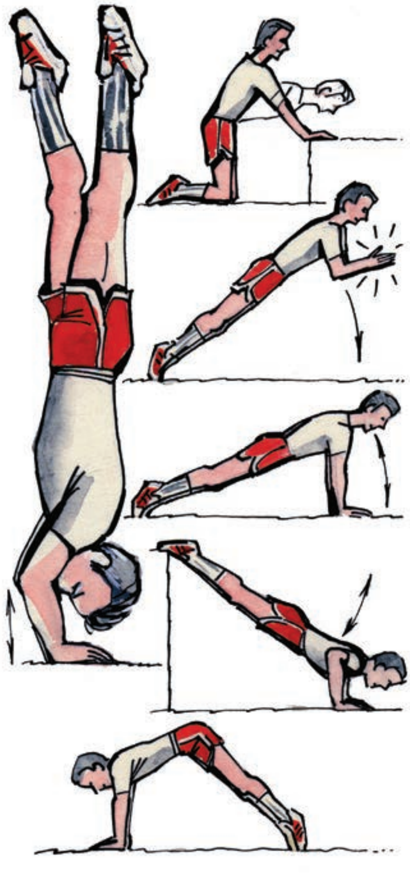
в) отжиматься, положив ноги на стул или другое возвышение (чем выше положение ног, тем тяжелее).

3. Отжимание в положении согнувшись. Здесь больше работают верхние пучки дельтовидных мышц и широчайших мышц спины. Если Вы хотите научиться сделать стойку на

кистях (почему бы не удивить на пляже друзей и знакомых девушек?), это упражнение для Вас обязательно.

4. Упражнение в стойке на кистях (сначала с опорой ногой о стену, а затем и без опоры).

Время от времени полезно выполнять отжимание, повернувшись спиной к опоре. Здесь активны длинные головки двуглавых мышц плеча (бицепсов). Под действием этого упражнения рука (от плечевого до локтевого суставов) становится «круглой» – мышцы развиваются не только на ее задней поверхности, но и на передней.



КОМПЛЕКС ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РОСТА

Способствует стимуляции зон роста и активизации обменных процессов в организме. Воздействие на процессы роста эффективно до 16 – 18 лет у женщин и до 18 – 20 лет у мужчин. После 20 лет увеличить длину тела (или хотя бы замедлить ее уменьшение с возрастом) можно за счет исправления осанки и, путём «разгрузки» межпозвоночных дисков. Увеличение роста может достигать 5 – 10 см.

1. Исходное положение – стоя. Приподнимаясь на носки, тянитесь к заранее отмеченной вверху линии.

2. Подтянитесь на перекладине, затем опуститесь и максимально расслабьтесь (5 – 10 секунд).

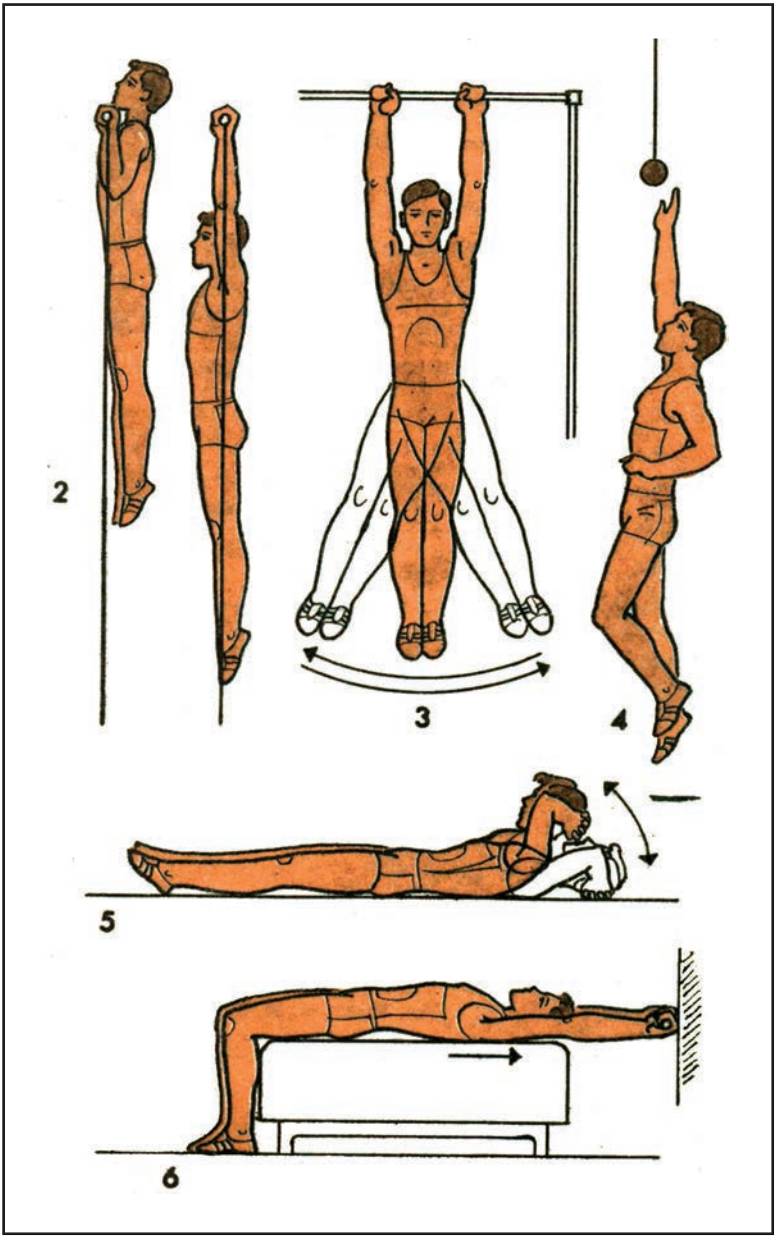
3. Подтянитесь на перекладине, затем опуститесь, делая маятникообразные движения ног вправо, влево и повороты туловища вправо и влево.

4. Прыгая вверх на одной и двух ногах, старайтесь достать рукой высокорасположенный предмет.

5. Исходное положение – лежа на спине, руки за головой в «замке». Прогнитесь, приподнимая голову и плечи.

6. Исходное положение – лежа на спине, ноги закреплены (например, согнуты в коленях и опущены за край лежанки). Держась вытянутыми за головой руками за неподвижный предмет, тяните себя к нему, «растягивая» позвоночник.

Каждое из этих упражнений повторяется 6 – 12 раз. Но этого недостаточно. Вы достигнете успеха только в том случае, если никогда не будете забывать о своей осанке. Стоя, сидя, на прогулке старайтесь тянуться вверх. Только одно это гарантирует Вам увеличение длины тела на 1,5 – 2 см. Увеличению роста способствуют занятия плаванием, а также принудительное растяжение тела на специальных столах или в воде. Но эти способы нельзя применять без медицинского контроля.


2
3
4
5
6

В заключение раздела о физических упражнениях для красивой фигуры – несколько замечаний.

Мышечные клетки обладают замечательным свойством. Они способны адаптироваться к внешним воздействиям, т.е. изменяться таким образом, чтобы внешние воздействия приносили им как можно меньше неприятностей. Поэтому, если мышцу утомлять, она будет изменяться так, чтобы свести утомление к минимуму. Как этого достичь? – Наиболее естественный способ – увеличить поперечный размер наиболее употребляемых волокон. Тогда нагрузка на единицу поперечного сечения каждого волокна уменьшится, и утомление будет развиваться медленнее.

На этом основана большая часть методов, составляющих body-building. Тренировка с отягощениями или без них строится так, чтобы утомлялись именно те мышцы, которые человек хотел бы укрепить или увеличить. Пытливому читателю не составит труда из материалов этой главы составить для себя приемлемый режим тренировок. Причём не только для увеличения мышц в поперечнике, но и для снижения жировой массы.

В теле нормально сложенного здорового человека от 10 до 30 (у женщин) процентов жира. Жировая ткань это не просто «балласт», она играет важную роль во многих процессах жизнедеятельности. Например, у людей с выраженным дефицитом жира снижена половая потенция. Однако избыточное жироотложение никаких преимуществ не даёт, зато приносит много неприятностей.

Во-первых, тучному человеку приходится постоянно носить свой лишний вес, а это дополнительная и вовсе не нужная нагрузка на сердце, суставы, позвоночник. Во-вторых, избыточное жироотложение может привести к гормональным нарушениям. В-третьих, именно в жировой ткани накапливаются нитраты из недоброкачественной пищи.

Жировые клетки не только располагаются крупными скоплениями, но и выстилают многие мышцы. Этот межмышечный жир полезен при выполнении длительной работы умеренной интенсивности. В этом случае мышцы «сжигают» жир. Особенно интенсивно жир расходуется на холоде. Поэтому тем, кто желает похудеть, столь полезны зимние прогулки на лыжах или пешком и плавание в прохладной воде.

Иногда количество жира, скопившегося между мышечными волокнами, чрезмерно. В таком случае мышцы кажутся непропорционально толстыми. Это особенно некрасиво, когда такой тип жироотложения имеет место на бёдрах и голенях. Да и чрезмерно упитанные руки тоже не всегда привлекательны.

Избавиться от лишнего жира можно совместным воздействием диеты и физических упражнений. Диета должна быть преимущественно белковой, т.е. содержать мало жиров и углеводов. Ведь жировая ткань продуцируется преимущественно из углеводов. А физические упражнения должны быть длительными, небольшой интенсивности. В этом случае активируется сжигание жиров.

В процессе занятий полезно время от времени увеличивать интенсивность нагрузки, стимулируя расходование углеводов. Главным питательным веществом углеводной природы для мышц является гликоген. Гликоген обладает одной особенностью: там, где он присутствует, всегда скапливается много молекул воды. На каждую молекулу гликогена приходится не менее восьми окружающих её молекул воды, и все они включаются в суммарную массу мышцы. Поэтому для уменьшения массы и поперечника избыточно толстых мышц полезно иногда применять высокоинтенсивные упражнения, во время которых расходуется именно гликоген. Интенсивность этих упражнений должна быть такой, чтобы предельное время их выполнения («до отказа») было не меньше двух и не больше восьми минут.

Заметим, что более интенсивные упражнения, которые «до отказа» выполняются 10 – 40 секунд приведут не к уменьшению, а к увеличению поперечника мышц. Такие упражнения выполняются, в основном, за счёт фосфагенной энергетической системы почти без участия анаэробного гликолиза. Они характерны для спринтерской тренировки и нужны в тех случаях, когда для улучшения внешнего вида требуется увеличить объём той или иной группы мышц. Например, наращивая таким способом объём большой грудной мышцы, можно добиться зрительного эффекта увеличения объёма груди.

Методы, о которых здесь рассказывается, дают заинтересованному читателю арсенал средств, образно говоря – палитру, с помощью которой можно видоизменять своё тело по собственному вкусу и желанию. Достойного места в этой палитре заслуживают и методы, позволяющие увеличить длину тела. Для молодых людей это эстетическая проблема, а для пожилых она прямо связана с сохранением здоровья на долгие годы. Деформацию межпозвоночных дисков можно существенно снизить, если постоянно «стремиться вверх», вытягивая себя за счёт воображаемого каната, который тянет Вашу грудную клетку вперёд и вверх под углом 45 градусов.

Эффект этого приёма, в сочетании со специальными упражнениями, поразителен. Длина тела увеличивается, в среднем, на 2 – 4 см, а сразу после выполнения упражнений – на 6 – 8 см за счёт выпрямления изгибов позвоночника и восстановления межпозвоночных дисков. Для закрепления достигнутого эффекта полезна пища, содержащая коллаген: желе, холодец и т.п. В итоге не только увеличивается рост, но и заметно улучшается осанка.

Единственное неудобство состоит в том, что для закрепления эффекта нужно делать упражнения как минимум несколько недель подряд.

6.2. Питание и красивая внешность неотделимы друг от друга. Пища это строительный материал, из которого строится человеческое тело. Недаром говорят: «человек есть то, что он ест». От состава, качества и объёма пищи прямо зависит внешность человека, состояние здоровья и продолжительность жизни. Поэтому в диетологии (науке о питании) разработаны десятки систем питания. Из них мы рассмотрим только те, что имеют прямое отношение к поддержанию оптимального веса тела. Ибо избыточный вес тела вреден для здоровья и в большинстве случаев отрицательно сказывается на внешнем виде.

Перечитав подчёркнутую фразу, автор представил себе сотни тысяч разгневанных толстяков обоего пола, гордящихся своей внешностью и требующих сатисфакции. В своё оправдание приведу несколько фактов.

Самым простым и надёжным методом самоконтроля за весом тела большинство специалистов считает формулу: оптимальный вес (кг) равен длине тела (см) минус сто. Эта формула верна для взрослых людей любого возраста.

Статистические исследования показывают, что в России вес трети мужчин и половины женщин в возрасте от 20 до 40 лет превышает норму. С возрастом эта закономерность усугубляется, и подавляющее большинство людей среднего и пожилого возраста имеют лишний вес. Аналогичная закономерность, с незначительными особенностями, наблюдается в странах СНГ и Европы. В США ситуация ещё более тревожная.

Превышение указанной нормы на 20 – 30 % принято считать первой стадией ожирения, на 30 – 50 % – второй стадией, на 50 – 100 % – третьей стадией и выше 100 % – четвёртой стадией ожирения. Часть людей с избыточным весом имеет нарушения обмена веществ, но у большинства ожирение стало следствием избыточного и разбалансированного питания.

Одной из причин излишнего веса, особенно у женщин, бывает неудовлетворённость условиями жизни, одиночество, беспокойство и неуверенность в завтрашнем дне. Поглощение пищи приносит временное успокоение и для многих становится своеобразным наркотиком.

Нагружая себя десятками килограммов лишнего веса, человек создаёт избыточную нагрузку на сердце и другие органы. В результате толстяки чаще болеют и живут, в среднем, на 10 – 12 лет меньше людей с нормальным весом. В том числе найдена положительная корреляционная связь между ожирением и злокачественными опухолями.

Всё это учитывают страховые компании некоторых стран. Так, в США страхование жизни обходится полным дороже, чем людям, не имеющим лишнего веса. Основанием служат тщательные статистические исследования. Например, для американцев в возрасте от 45 до 50 лет действует следующая таблица увеличения страховых сборов (%) в зависимости от избыточного веса (кг): 4,5 кг – 8 %, 14 кг – 28 %, 18 кг – 45 %, 27 кг – 67 %, 32 кг – 81 %, 36 кг – 116 % (цит. по М. Я. Жолондз «Лишний вес. Новая диетология». – Санкт-Петербург: ИК «Комплект», 1998).

Что же касается эстетической оценки внешности худых, нормальных и полных людей, то это, разумеется, вопрос сугубо личный. Но недаром народная мудрость учит, что «жена должна быть здоровой, а сестра богатой». И жене (равно как и мужу) трудно сохранить здоровье, нося на себе десятки килограммов лишнего веса.

Хочешь – не хочешь, приходится признать, что удел полных людей – ограниченные двигательные возможности и проблемы со здоровьем. Если не верите, то посетите горнолыжный курорт, конно-спортивную базу и т.п. и убедитесь, что полных людей там меньшинство. А затем зайдите в ресторан, поликлинику или просто пройдитесь по улицам наших городов…

Многие люди с избыточным весом верно оценивают серьёзность своих проблем и пытаются найти способ похудеть. Отсюда социальный запрос на методы сгонки веса. Некоторые из них мы обсудим.

Метод низкокалорийного питания можно назвать насильственным, равно как и ряд других общепринятых приёмов борьбы с лишним весом: полуголодные диеты, изнурительные упражнения, хирургическое удаление жира, наступательная психотерапия (внушение, кодирование, гипноз).

Толстяк, вспоминая себя стройным и подвижным, точно знает: лучше бы не толстеть! Но что делать, если такое несчастье случилось? Статистика свидетельствует, что 15 % располневших людей смиряется со своим весом, а остальные вступают на «тропу войны». К сожалению, война с избыточным весом чаще всего затягивается на долгие годы, идёт с переменным успехом и заканчивается не в нашу пользу. Давайте разберемся, почему так происходит.

Метод низкокалорийного питания основан на арифметическом подсчете потребляемой с пищей и расходуемой энергии. Предполагается, что человек толстеет, когда потребляемые калории больше расходуемых, и худеет, если калорический эквивалент пищи меньше энергетической стоимости движений и другой деятельности. Теория калорий лежит в основе традиционного раздела современной диетологии – науки о рациональном питании.

Согласно теории калорий, для похудания нужно меньше есть и больше двигаться. Созданы подробные таблицы калорической стоимости пищевых продуктов и физических упражнений. Во многих странах и, прежде всего, в США все продукты продают с обязательным указанием их калорического содержания.

Примечание: сразу заметим, что на самом деле энергозатраты организма нужно сравнивать с калорическим эквивалентом усвоенной части пищевого рациона. Степень усвоения пищи зависит от индивидуальных особенностей и, в частности, от состояния поджелудочной железы и печени.

Теория калорий выглядит вроде бы логично, но не помогает в усложнённых ситуациях, поскольку не учитывает всей сложности физиологических процессов в человеческом организме. Она более или менее верна для здорового человека с нормальным весом в нормальных условиях. Но не работает в усложнённых условиях и в том числе при избыточном весе.

Статистика такова: не более 25 % страдающих ожирением переедают, а 50 % едят меньше нормы (от 800 до 1500 калорий в день). Попытаемся разобраться, где здесь «собака зарыта» и кто прав – сторонники или противники теории калорий.

Человека ведут по жизни могучие инстинкты, главный из которых – инстинкт самосохранения. Мы инстинктивно избегаем всего, что может представлять опасность для жизни. В том числе силен неосознанный страх остаться без пищи. Умом каждый из нас понимает, что сегодня в цивилизованных странах от голода не умирают. Но клетки нашего тела хранят наследственную память о древних временах, когда человеческая жизнь зависела от успеха на охоте и люди жили «от мамонта до мамонта». Мы потомки тех, кто выжил благодаря способности запасать энергию в виде жира. В сытую пору жир накапливается, а в голодную – расходуется и дает возможность дотянуть до очередной добычи.

Человеческая сущность очень мало меняется. Поэтому и в наши дни избыток пищи ведет к жировым отложениям, а её недостаток побуждает организм к особой бдительности, которая проявляется двояко. Во-первых, как это ни странно, жировые депо хранятся до последнего: одновременно с убыванием жира уменьшается масса мышечной ткани. Во-вторых, при малейшей возможности запасы жира не только восполняются, но и увеличиваются выше первоначального уровня.

Одно из объяснений этого феномена состоит в том, что низкокалорийная диета способствует продуцированию липопротеинлипазы – фермента, стимулирующего образование и накопление жира. Ограничивая себя в пище, мы замедляем метаболизм, затрудняем сжигание жира и, более того, «вынуждаем» организм накапливать жир. Когда организм попадает в ситуацию недоедания, в нём возрождается древний страх голодной смерти, и при первой возможности он «берёт реванш», создавая запасы жира.

Практически это означает, что человек, вступивший на тропу войны с лишним весом, то есть решивший победить свою полноту силой, а не хитростью, обречен вести эту войну всю жизнь. Любое отступление от низкокалорийной (полуголодной) диеты немедленно штрафуется возвращением прежнего веса, но в еще худшем варианте: доля жира в составе тела станет больше, а доля мышц – меньше. Этим и объясняется тот факт, что так трудно избавиться от лишнего веса.

Основанные на теории калорий методы низкокалорийного питания предъявляют непомерно высокие требования к волевым качествам человека. А человек слаб, и за первыми успехами чаще всего приходит пора уступок своим слабостям и неизбежного в этом случае разочарования.

Примечание: разумное решение подсказывают религиозные традиции. Во всех религиозных верованиях периодическое воздержание в пище считается непременным условием духовного оздоровления и физического очищения человека. В православии постные дни занимают около 170 дней в году; в исламе обязательный пост длится 30 дней и, кроме того, рекомендуются ограничения в пище ещё почти 50 дней в году.

Лечебное голодание – наиболее радикальный вариант низкокалорийной диеты. Изучая эту тему, приходится признать, что широко разрекламированные успехи голодания, как метода снижения веса, сомнительны. Разумеется, в клинике, под контролем врачей человек может потерять до 20 – 30 кг. Но, выбравшись на свободу, он возвратит потерянные килограммы и добавит новые. Недаром автор знаменитой «Книги рецептов Монтиньяка» утверждает, что «лучший способ накопить жир – это ничего не есть».

Самым известным энтузиастом и пропагандистом лечебного голодания был американский физиотерапевт Поль С. Брегг, автор книги «Чудо голодания». В семидесятые годы эта книга приобрела огромную популярность, несмотря на характерный для неё очевидный перевес эмоций над научным обоснованием пользы от голодания.

Убедительная критика «чуда голодания» содержится, например, в монографии известного исследователя сложных медицинских проблем М. Я. Жолондза («Новое понимание сахарного диабета». – Санкт-Петербург: Изд-во «ЛАНЬ», 1997). Её автор отмечает, что «при голодании, как и при диабете I типа (с дефицитом инсулина) количество образовавшихся в печени ацетоновых тел превышает то количество, которое мышцы и периферические ткани способны окислить. В результате голодания может образоваться так много ацетоуксусной и бетаоксимасляной кислоты, что буферная ёмкость крови окажется недостаточной для их нейтрализации. В результате произойдёт сдвиг реакции крови в кислую сторону – ацидоз, опасный для жизни человека при количестве кетоновых тел в крови более 30 мг/л, т.е. при превышении нормы в 6 раз и более. Внешне ацидоз такой степени проявляется запахом ацетона в выдыхаемом воздухе и в моче».

Успехи же самого Поля Брегга и его последователей объясняются тем, что одновременно с голоданием он пропагандировал здоровый образ жизни. Всё это время, десятки лет Поль Брегг жил среди прекрасной природы, много времени отдавал физическим упражнениям, пил только дисциллированную воду, питался самыми чистыми продуктами и, как правило, обходился без алкогольных напитков, кофе, мучных продуктов, мяса, жареной и жирной пищи. Это позволило ему прожить 95 лет и до самого конца сохранить здоровье и физическую активность, несмотря на несомненный вред, который он причинял себе еженедельными голодовками.

Примечание: в книге «Целебное питание» (М.: Культура и традиции, 1995) Г. С. Шаталова анализирует «за» и «против» лечебного голодания и указывает, что этот метод далеко не безобиден, но порой необходим в запущенных случаях – например, при онкологических заболеваниях, особенно если болезнь стремительно прогрессирует.

Ловушки традиций, которыми опутана жизнь человека в цивилизованном обществе, весьма опасны. Очень часто мы поступаем так или иначе только потому, что это общепринято. И приносим вред своему здоровью. Изменить традициям мешает общественное мнение и косность нашего мышления. Среди ловушек традиций упомянутый выше метод низкокалорийного питания, а также курение табака, праздничное обжорство, застольные возлияния и многое другое.

Статистическая справка: Американцы помешаны на здоровом образе жизни. Оздоровление нации – одна из главных национальных программ, особенно с тех пор, как в 1990 году руководителем Президентского совета по спорту и здравоохранению стал Арнольд Шварценеггер. Около 90 миллионов американцев пытаются снизить свой вес путём физических тренировок в сочетании с низкокалорийными диетами. И все же США лидируют по количеству людей с избыточным весом (54 % взрослых американцев имеют лишний вес, в том числе 20 % страдают от ожирения). Зарегистрированный в книге рекордов Гиннеса человек с весом 622 кг – американец. Заметим также, что США – родина fast food (быстрой еды). Именно отсюда кафе и рестораны Mac Donalds начали своё губительное шествие по миру.

Одна из «ловушек традиций» – бутерброды (от немецкого *buter* – масло, *brod* – хлеб), то есть пищевые продукты и их сочетания, содержащие жир и животный белок наряду с углеводами. Многообразию бутербродов нет предела (от традиционного хлеба с маслом или колбасой до новомодных гамбургеров и чизбургеров из Mac Donalds). Все они дают устойчивое ощущение сытости, но вредны по двум причинам.

Во-первых, переваривание белка и жира осуществляется в кислотной среде, а переваривание углевода – в щелочной. Одновременная секреция кислоты и щёлочи приводит к их частичной нейтрализации, а пища остаётся в полости желудка и двенадцатиперстной кишке не переваренной и постепенно теряет свои полезные свойства.

Примечание: здесь упомянуто основное положение теории раздельного питания Г. Шелтона. Её основная практическая рекомендация состоит в том, что белки и углеводы нельзя смешивать. Между ними должна быть пауза не менее 30 минут. Однако другие специалисты утверждают, что химизм переваривания пищи сложнее и организм успешно справляется со смешанной пищей (белки плюс углеводы) при умеренном питании. Но и они согласны с тем, что раздельное питание полезно и даже необходимо при избыточных объёмах пищи. Иными словами, обжора уж точно не должен смешивать белки и углеводы, если ему дорого собственное здоровье.

Во-вторых, углеводы стимулируют секрецию инсулина, который блокирует действие глюкагона – фермента, участвующего в окислении жира, и тем самым способствует переходу потреблённого жира в жировое депо. Этот факт не оспаривают и противники теории раздельного питания.

Критикуя бутерброды, гамбургеры и т.п., мы понимаем, что их популярность вполне объяснима. Это один из способов уйти от ощущения голода при невозможности организовать нормальное питание. Бутерброды всех мастей особенно распространены в армии, сельском хозяйстве, строительстве и вообще в полевых условиях. Распространены они и в среде низкооплачиваемых рабочих и служащих.

Различают «плохие» и «хорошие» жиры и углеводы. Жиры животного происхождения («насыщенные») считаются «плохими». «Хорошие» («ненасыщенные») жиры содержатся в рыбе, птице и растительных маслах.

Качество углеводов оценивается по величине «гликемического индекса». Гликемический индекс это суммарное количество глюкозы, накопившейся в крови после приёма того или иного продукта по отношению к гликемическому эффекту от приёма такого же количества глюкозы. Цифры гликемического индекса для разных продуктов (см. таблицу) получены следующим образом. Вначале регистрировали зависимость концентрации глюкозы в крови после приёма глюкозы и площадь получившегося «гликемического треугольника» принимали за 100 условных единиц. Затем регистрировали концентрацию глюкозы в крови после приёма проверяемого продукта.

Например, площадь гликемического треугольника для белого хлеба из муки высшего сорта составляет, в среднем, 95 условных единиц. Следовательно, такой хлеб относится к числу «плохих» углеводов, его гликемический индекс равен 95.

Наихудшим следует признать сочетание «плохого» углевода с «плохим» жиром. Примером такого сочетания пищевых продуктов является меню в кафе и ресторанах быстрого питания. Так, гамбургер, состоящий из жирной мясной котлеты («плохой» жир) и белого хлеба (гликемический индекс 95), часто запивается бокалом кока-кола или пепси-кола (которые называют «худшими в мире» напитками, поскольку их гликемический индекс достигает 110).

Но справедливости ради надо сказать, что обычный бутерброд (хлеб с маслом), запиваемый сладким чаем, немногим лучше. И в том, и в другом случае продуцируется значительное количество инсулина и создаются условия для пополнения жировых отложений.

Таблица гликемических индексов
(по М.Монтиньяку, 2000)

Углеводы с высоким индексом («плохие» углеводы)		**Углеводы с низким индексом («хорошие» углеводы)**	
Солод	110	Хлеб муки грубого помола	50
Глюкоза	100		
Белый хлеб из муки в/с	95	Не очищенный рис	50
		Горох	50
Мёд	90	Овсяные хлопья	40
Морковь	85	Фруктовый сок без сахара	40
Кукурузные хлопья	85		
Сахар	75	Серый хлеб	40
Шоколад	70	Молочные продукты	35
Варёный картофель	70	Чечевица	30
Печенье	70	Ржаной хлеб	30
Кукуруза	70	Свежие фрукты	30
Очищенный рис	70	Фрукты консервированные	25
Серый хлеб	65	Шоколад чёрный	22
Свёкла	65	Фруктоза	20
Бананы, дыня	60	Соя	15
Джем, макароны из муки в/с	55	Зелёные овощи	15
		Томаты, лимоны, грибы	< 15

«Комфортные» методы формирования красивой фигуры и нормализации состава тела втрое моложе теории калорий. Но и сегодня многим кажется абсурдной мысль, что процесс формирования красивой фигуры может быть приятным. Ведь, как известно, «чтобы быть красивой, надо страдать». Но на самом деле в этой идее достаточно сумасшедшинки для того, чтобы она была верной.

Как все новое, идея комфортных занятий проходит через три этапа: 1) этого не может быть! 2) это интересно! 3) кто же этого не знает? Сегодня мы посредине пути: это интересно! Но путь не прост, и нас подстерегает немало препятствий, в числе которых «ловушки сгонки веса», «капканы традиций», не говоря уже о «болоте собственной лени». Их полезно изучить, чтобы затем со знанием дела сравнивать современные способы оптимизации веса, формы и состава тела с архаичными и, по сути, тупиковыми методами (методом низкокалорийного питания и др.).

Тем не менее слово **комфортные** взято в кавычки, поскольку речь идёт в том числе и о сгонке веса, а воистину приятных методов сгонки веса не бывает, за исключением, может быть, секса и занятий любимыми видами спорта.

Закон сохранения энергии никто не отменял. Если калорический эквивалент съеденной пищи выше суммарных энергозатрат и при этом в печень поступило глюкозы больше индивидуального предела (который, в среднем, равен около 100 г), то избыток глюкозы будет переработан печенью в жир и отправлен в жировое депо. Поэтому на этапе сгонки веса необходима самодисциплина. Проще говоря, нужно есть почаще и поменьше, а двигаться побольше.

Но поддерживать себя в форме, когда форма уже достигнута, можно и комфортными методами. Здесь нет необходимости вести «входной контроль» – учитывать калорическую стоимость продуктов питания, энергетическую стоимость физических упражнений и т.п. А достаточно «выходного контроля», который следует организовать по высшему классу.

Для этого нужны самые простые измерительные приборы. И прежде всего – хорошие весы (желательно с цифровой индикацией) и сантиметровая лента.

Систематическое измерение веса, объёма талии, бёдер и т.д. позволяет вовремя заметить нежелательные изменения и скорректировать питание и физическую активность. Кроме того, результаты этих измерений дают полезные сведения о составе тела, если применить следующую номограмму*:

Окружность бёдер, см	Содержание жира, %	Рост, см
82	10	182
84	12	180
86	14	178
88	18	174
90	20	172
92	22	170
94	26	168
96	28	166
98	30	164
100	32	162
102	34	160
104	36	158
106	38	156
108	40	154
110	42	142

<u>Примечание</u>: номограмма адресована взрослым женщинам; для оценивания процентного содержания жира нужно соединить прямой линией цифра роста и окружности бёдер (в самом широком месте); идеальный результат – содержание жира от 16 % до 26 %.*

* цит. по Л. Харт, Л. Непорент «Энциклопедия женской идеальной фигуры».– Ярославль: ТОО «Гринго», 1995

О пользе простых методов контроля лучше всех сказал М.Монтиньяк: «Следите внимательно за своим весом. Имейте точные весы и регулярно в одно и то же время взвешивайтесь. Вы быстро почувствуете, что небольшие отклонения в весе можно скорректировать диетой, а если проявляется тенденция, то не бросайтесь в крайности – просто немного измените курс, и всё встанет на место. Придёт время, когда вы будете делать это автоматически, не замечая самого процесса».

Книги Мишеля Монтиньяка – образец разумного подхода к проблеме питания. Мне посчастливилось познакомиться с ними более десяти лет назад. Вслед за академиком А. П. Капицей, могу утверждать, что эти методы дают устойчивые и порой ошеломляющие результаты и при этом не требуют героического отречения от привычной системы питания. Здесь нет низкокалорийных диет, обязательного вегетарианства и других пуританских правил, от которых «шаг влево или вправо – расстрел». Автор учитывает, что человеческой природе несвойственно долго держать себя в узде, и поэтому говорит, что «регулирование питания – это искусство компромисса». Не грех иногда отступить от правил диеты, чтобы порадовать себя или не нарушать общепринятых норм поведения. Так удаётся придерживаться диеты и вместе с тем не лишать себя соблазнов хорошей кухни. Если делать это на разумной основе, то можно практически ни в чём себе не отказывать и десятилетие за десятилетием оставаться в отличной форме, «не прибавляя не унции».

Рецепты Монтиньяка ограничивают потребление «плохих углеводов» и «плохих жиров». Кроме того, в них немало метаболически активных продуктов, которые недёшевы, но вполне по карману именно той категории населения, в которой излишняя полнота встречается чаще всего. В том числе – рыба дорогих сортов, гусиная печень, хорошие сорта вин и т.п. Читатель сможет подробно ознакомиться с этими рецептами в книгах М. Монтиньяка: «Секреты питания Монтиньяка». – М., 1999; «Чудесные свойства вин». – М., 1999; «Рецепты питания по Монтиньяку». – М., 1999; «Я ем, значит, я худею». – М., 2000 и др.

Раскручиванию «метаболического маховика», ускоряющего сжигание энергии, способствует не только метаболически активная пища, но и выброс в кровь адреналина и норадреналина. Но анализ закономерностей гормональной регуляции состава тела выходит за рамки этой книги. Скажу только, что немного риска всегда полезно. Привычная, размеренная жизнь не способствует выбросу катехоламинов и не ведет к похуданию. Поэтому в высшей степени полезно хотя бы иногда придумать что-то на грани риска. Например, пойти в поход на байдарках или хотя бы спуститься с горы на лыжах, прокатиться на лошади, гидроцикле или снегоходе и вообще нарушить монотонность бытия. Прав известный бард Александр Дольский, определивший старость как пору, «когда уже не знаешь риска, а лишь терпенье и печаль». Так давайте же не стареть, не толстеть и не печалиться!

И ещё одно замечание. Заботясь об элегантных формах тела, нельзя забывать, что возможности каждого человека ограничены возрастом, ростом, типом телосложения. У людей с торакальным типом телосложения тело удлинённое. Для мышечного типа характерна мощная мускулатура и пропорциональное развитие скелета. Дигестивный тип телосложения отличается крупным торсом, причём наиболее развита брюшная его часть, а ноги относительно коротки. Каждый тип телосложения и каждый возраст определяет предельные возможности человека в его стремлении к физическому совершенству. Наша задача – по-хозяйски распорядиться тем богатством, которое нам даровано. Поэтому один из взглядов на телесную красоту таков: Красив тот, кто «выжал» максимум возможного из своей внешности!

Глава 7. СКОЛЬКО СТОИТ ЗДОРОВЬЕ, или как дружат здоровье, деньги и любовь?

Ещё Ильф и Петров заметили, что «статистика знает всё». Это особенно верно для американской статистики. Например, установлено, что в дни зарплаты американцы реже обращаются в медицинские учреждения. И существует отрицательная корреляция между уровнем дохода и заболеваемостью. Чем выше заработки, тем реже болеет человек. Причём у мужчин эта взаимосвязь выражена сильнее, чем у женщин. Наиболее отчётливо влияние заработков на здоровье выражено при таких заболеваниях, как гастрит и язвенная болезнь, стенокардия и другие проявления ишемической болезни сердца.

В России такой статистики нет. Но можно предположить, что у нас ситуация примерно такая же.

Объяснение этого факта не только в том, что состоятельный человек лучше питается и живёт в комфортной обстановке. Ещё важнее, что у него меньше оснований для тревоги. Ведь известно, что «все болезни от нервов». Как любил говорить очень богатый человек, обладавший отменным здоровьем и проживший 99 лет сэр Уинстон Черчилль: «я слишком занят, чтобы иметь время для беспокойства».

С другой стороны, без крепкого здоровья денег не заработаешь. Болезненный работник мало кому нужен. А если говорить о бизнесе, то он предъявляет столь высокие требования, что без хорошей физической кондиции там вообще нечего делать. Поэтому деловые люди, несмотря на занятость, играют в теннис, катаются на лыжах, посещают фитнес-клубы.

Лечение сегодня недёшево. И чем выше уровень медицинского обслуживания, тем оно дороже. Разница в ценах может быть десятикратной и более. Ничего не поделаешь, за качество надо платить. Как говорится: «А ты не болей!».

И не менее дорогое удовольствие – профилактическая медицина. Мудрые владыки древнего Востока платили не за болезнь, а за здоровье. Лекарь получал из казны, только когда властитель был здоров. И сегодня растёт число личных и семейных докторов, основная задача которых – профилактика и ранняя диагностика заболеваний и их лечение в начальной стадии. Суммарные затраты на такую форму медицинского обслуживания значительно выше, чем при традиционном обращении к врачу в экстренных случаях. Они под силу людям со значительными и стабильными доходами.

Таким образом, между материальным благосостоянием и здоровьем существует достоверная связь. Причём связь эта не только прямая, но и косвенная – замыкающаяся, например, через интимную сферу (любовь, семью и т.п.).

Статистическими исследованиями установлено, что здоровье и продолжительность жизни у семейных людей достоверно выше, чем у одиноких. Приведём несколько цифр из исследований, выполненных в Лондонской школе экономики, Университете Магдебурга и Американском центре контроля за здоровьем. Некоторые из этих цифр удивляют. Так, смертность у свободных мужчин среднего возраста оказалась в 2,5 раза, а у женщин того же возраста – в 1,5 раза выше, чем у состоящих в браке.

Супружеские пары реже подвержены курению и пьянству. Так, в конце прошлого века курили 23 % американцев; среди состоящих в браке доля курильщиков меньше (19 %), а среди разведённых – больше (35 %).

Состоящие в браке люди реже подвергаются хирургическим операциям, реже заболевают диабетом, язвенной болезнью и воспалением лёгких, реже умирают от инсульта и несчастных случаев. Причём польза от семейной жизни для мужчин достоверно выше, чем для женщин.

Эти факты накапливаются. В США стала бестселлером книга Линды Уайт, которая так и называется: «Польза брака: почему люди, состоящие в браке, более счастливы, более здоровы и лучше устроены в финансовом плане».

Некоторые авторы исследований ставят вопрос ребром:

«удача или неудача в браке – буквально вопрос жизни и смерти». Красиво сказано! Но, если вдуматься и призвать на помощь жизненный опыт, приходится усомниться. Ведь известно, что «нет ничего лучше хорошей семьи и нет ничего хуже плохой». Но много ли мы видим хороших семей? – Судя по статистике разводов, семейная жизнь не ладится, как минимум, у двух третей населения. – Так может ли такая семейная жизнь способствовать здоровью? И не лучше ли для сохранения здоровья жить свободно, чем день за днём участвовать в бесконечных и вязких, как трясина, семейных разборках?

Статистика свидетельствует о том, что неудачный брак приводит к худшим последствиям для здоровья, чем если бы его не было. От несчастливой семейной жизни в особенности страдает здоровье женщин. Риск сердечного приступа у них втрое выше, чем у тех, кто не замужем.

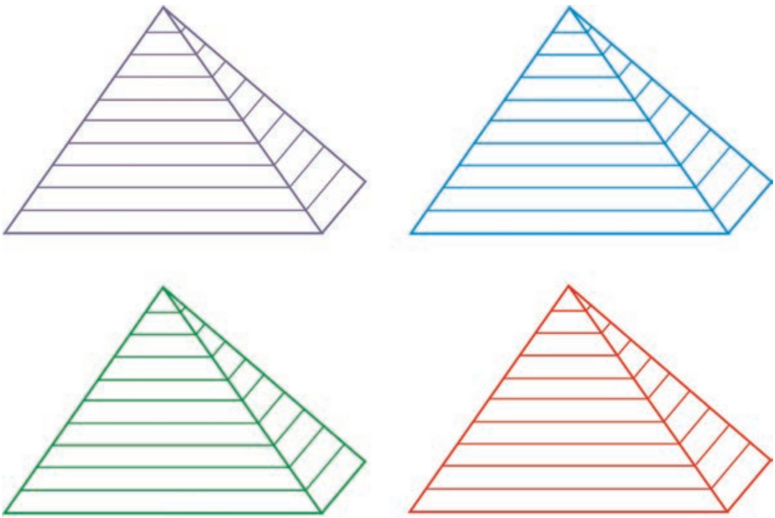
Неоднозначность результатов, полученных при исследовании обсуждаемой проблемы, имеет объяснение. Дело в том, что исследовались различные социальные группы, с разным уровнем достатка. Если выборку составляют материально обеспеченные люди, всё упрощается. Для них, действительно, жизнь в браке гораздо счастливее и здоровее холостой жизни. Причём в смысле здоровья бесспорно выигрывают неработающие замужние женщины. Когда можно не считать копейки, легче наладить упорядоченную и целенаправленную, счастливую семейную жизнь.

Ещё одном штрихом к сказанному может служить наметившаяся в последние годы тенденция рождения детей у отцов в возрасте от 50 до 70 лет и у женщин старше 40 лет. Чаще всего это случается в обеспеченных благополучных семьях.

Суммируя результаты статистических исследований, мы приходим к мысли, что достаток, семейное счастье и здоровье образуют неразрывное триединство. И несомненно ложным является навязанное нам советской идеологией утверждение, что «с милым рай и в шалаше». Такой рай недолговечен, и у такой семейной лодки велика вероятность разбиться о быт. Развод в этом случае не обязателен. Люди могут продолжать совместную жизнь, но ни счастья, ни здоровья у них не будет.

<u>Примечание</u>: Из всякого правила есть исключения. Материальный достаток меньше влияет на качество семейной жизни в тех семьях, где доминантой единения супругов являются нравственные ценности – например, в семьях священнослужителей. Могут быть и другие особые случаи, ведь жизнь так многолика! Например, крепче других и менее зависимы от денег браки между соратниками, вместе прошедшими войну, сложные экспедиции, тяжёлые турпоходы и т.п.

Для того чтобы легче и точнее оценить происходящее и в трудный момент принять правильное решение, полезна модель семейной ситуации, состоящая из четырёх пирамид – нравственности, интеллекта, здоровья и достатка:



Каждую пирамиду удобно разделить на 10 этажей (децилей). Заметим, что такая модель полезна и для оценки нравственного, интеллектуального, физического и материального состояния отдельного человека. Полезно самостоятельно найти Ваш уровень и уровень Вашей семьи в каждой из пирамид. Мысли, которые посетят Вас в процессе выполнения этой работы, могут оказаться весьма любопытными...

Теперь остановимся на трудном для многих вопросе: **как заработать деньги?** Ведь если их наличие или отсутствие существенно влияет на здоровье и продолжительность жизни, то, может быть, стоит потрудиться? – Так что же нужно делать, чтобы дружить с деньгами?

Сразу скажу, что в денежных вопросах я сочувствую женщинам больше, чем мужчинам. Мужики самой природой созданы добытчиками. Если нет денег у практически здорового мужчины, он сам виноват и не вправе носить это высокое звание. С женщиной сложнее: у неё доминирует другая функция. Женщина не обязана зарабатывать. Её денежные проблемы – беда, а не вина. Они происходят либо оттого, что рядом с ней безответственный спутник (лентяй, пьяница и т.п.) либо, если женщина одинока, от отсутствия соответствующих навыков.

Как во всяком деле, здесь нужна Школа. Причём по природе своей наши очаровательные подруги к урокам этой Школы менее восприимчивы, чем сильная половина человечества.

Научить мужчину, как стать богатым – трудно; научить этому женщину – очень трудно. Ибо добыча денег не терпит эмоций и требует высокой самодисциплины. Бизнес не знает циклов. Бизнесмен должен быть в наилучшей форме в любой момент, когда этого требуют интересы бизнеса, независимо от здоровья и настроения, симпатий и обид, гормональных колебаний и т.п. Поэтому мне по-человечески жаль женщин, вынужденных заниматься бизнесом. Истинной женщине проще и естественнее помогать своему спутнику в роли любящей подруги, верной жены или любовницы, доброй помощницы, терпеливой и мудрой. Можно привести тысячи примеров, когда мужчина со средними способностями и его подруга, обладающая достоинствами Истинной Женщины, сообща поднимались на вершины благосостояния. Но, к сожалению, истинная женственность встречается всё реже, а когда это чудо свершается, оно не всегда получает должную мужскую поддержку. И в этом случае женщине приходится, вопреки её природе, «вставать на тропу войны».

Как же помочь хорошему человеку заработать? – Прежде всего, следует запомнить, что в наше время богатым и даже очень богатым может стать каждый. В современном цивилизованном мире – избыток материальных благ. Все мы буквально ходим по золоту. Так почему же у одних совсем нет денег, другие перебиваются от зарплаты до зарплаты, третьи материально обеспечены ценой крайней занятости и переутомления, четвёртым не хватает на бриллианты, а пятые могут себе позволить неограниченные расходы? Что нужно сделать, чтобы в пирамиде материального достатка перейти с нижних этажей на верхние?

Из словаря: *бизнес это деятельность, осуществляемая для получения денег.* Об этом и пойдёт речь, безо всякого стеснения. Деньги так деньги! Коли для здоровья и семейного благополучия недостаёт денег, нужно их добыть.

Как во всяком деле, здесь свои принципы и правила, понимание которых бизнесмену так же необходимо, как водителю – знание правил дорожного движения.

Прежде всего – о самом главном: **богатство рождается в голове.** В мире избыток денег, и Высшему разуму безразлично, кому они достанутся. Большие деньги находят того, кто хочет их иметь, готов их принять и знает, как с ними обращаться. Точно так же любовь и семейное счастье приходит к тому, кто созрел для любви и готов разумно распорядиться своим счастьем.

Ситуация: бедный человек неожиданно получает большую сумму денег. В большинстве случаев «счастливец» так же быстро теряет эти деньги, поскольку не готов к ним, не умеет ими по-хозяйски распорядиться, стесняется своего богатства.

Поэтому к получению больших денег нужно готовиться: повышать финансовую грамотность, изучать технологию обращения с деньгами и работы ради денег и, самое главное, нужно сделать деньги одним из своих приоритетов. Учитесь считать деньги и вообще учитесь считать! Возможно, на какое-то время деньги должны стать главным в Вашей жизни. К ним нужно стремиться и делать всё возможное для их получения и накопления. Для достижения этой цели придётся потрудиться, многое изменить в своём характере и привычках и, может быть, чем-то пожертвовать. Большие деньги мимоходом не делаются!

Цель должна быть конкретной. Необходимо хорошо подумать и точно назвать реальные суммы и конкретные сроки. Например, «хочу через три года иметь прибыль 10000 евро в месяц и основной капитал 100000 евро». Желательно заранее спланировать, как будут использованы эти деньги. Нужно учесть, что финансовые планы выполняются, в лучшем случае, на 70 %. Нужно также учесть, что чем выше планка, тем более высокую цену придётся заплатить.

Деньги нужно любить. Они плохо относятся к тем, кто их не любит и не бережёт. И это справедливо: длительная любовь бывает только взаимной.

Нужно уметь не только зарабатывать, но сохранять и накапливать деньги, давая им возможность воспроизводить себя. Поэтому никогда нельзя доводить запас денег до нуля и тем более жить в долг. Из нуля не вырастет ничего, кроме нуля. Ведь и в природе так: если выловить всю рыбу, на следующий год рыбы не будет. Если вырубить все деревья, не станет леса.

Ежемесячное упражнение: при любом заработке (от 100 долларов до 100 тысяч в месяц) откладывайте или инвестируйте 10 %. Повторяю: при любом заработке, поскольку денег достаточно не бывает и разумный человек всегда сумеет уговорить себя, что заработал на 10 % меньше.

Вспомните свой опыт, расспросите других, и Вы убедитесь, что обычно люди тратят все деньги, какие у них есть. Меняются обстоятельства, меняются приходящие суммы, но одно остаётся неизменным – отсутствие денег. Эти люди любят деньги как потребители, но не как садовники. И потому у них никогда не будет денег.

В конечном итоге нужно стремиться к тому, чтобы накопленные деньги приносили доход без нашего участия. Но сначала нужно их заработать и накопить. Поэтому прежде всего сделайте накопления, затем создайте активы, а потом уже используйте эти активы для того, чтобы тратить деньги и жить в своё удовольствие. И никогда не опускайтесь ниже 50 % от суммы основного капитала. Даже в том случае, если деньги нужны на что-то очень важное.

Совет: если «ежемесячное упражнение» окажется не по силам, забудьте о бизнесе.

Служить или работать? Это два разных вида деятельности. Тот, кто служит, получает зарплату и имеет нормированный рабочий день. Как правило, служат без внутреннего горения. Выполняют служебные поручения. Больших денег так не заработаешь. (Криминальные варианты здесь не обсуждаются).

Работать это значит заниматься инициативной целенаправленной деятельностью, как правило, без ограничения времени. Недаром говорят, что работа занимает всё время, которое на неё отпущено. Результативная работа невозможна без внутренней заинтересованности, страсти, энтузиазма. Она сродни любви и творчеству. Только так можно работать в бизнесе.

В отличие от службы, целенаправленная работа очень неудобна для близкого круга людей. По-настоящему работающий человек не может и не должен останавливаться. Он работает непрерывно, засыпает и просыпается с мыслями о работе. Его мозг продолжает решать сложные задачи даже во сне. К этому нужно относиться с пониманием, и хорошо, если в семье единомышленники.

И не в том дело, что деньги дороже любви, дружбы, семьи и покоя. Дело в том, что это такой жанр, где по-другому не бывает успеха. С точки зрения обывателя, успешные бизнесмены такие же «чокнутые», как поэты, композиторы, артисты, изобретатели, выдающиеся спортсмены и влюблённые. Во всех этих видах деятельности человек похож на гребца, который плывёт на лодке против течения быстрой реки. Медленно плыть бесполезно: тратишь силы, а вперёд не продвигаешься. Часто можно слышать: «я же работал, а результата нет; это несправедливо!» Ответ один: «ты грёб недостаточно интенсивно и потому плыл недостаточно быстро!»

Тем, кто всю жизнь служил («работал по найму»), нелегко переключиться на самостоятельную работу. Иной раз годами человек не может понять, что теперь у него нет работодателя и он должен сам себе давать поручения. При этом всегда можно посоветоваться с коллегами и друзьями. Но ни в коем случае нельзя оставаться в рабстве у прежнего образа мыслей, оставшегося в наследство от тех времён, когда приходилось работать по найму. В отличие от служащего, бизнесмен не вправе отложить какое-то дело, если «не хочется», «устал», «сделаю завтра – ничего же не случится» и т.д. Как говорится, «не оставляй на завтра то, что можно съесть сегодня», ибо всегда найдётся желающий съесть это вместо тебя. <u>Не дайте своей лени и слабоволию лишить Вас финансового успеха</u>!

<u>О системной работе и лидерстве</u>. Без системной работы, в одиночку в современном бизнесе нечего делать. Поэтому есть только два пути: войти в созданную кем-то Систему или создать свою собственную. Если Вы сумели создать свою Систему и возглавить её, никогда и никому не позволяйте нарушать субординацию. <u>Система может иметь только одно-</u>

го лидера* подобно тому, как на корабле может быть только один капитан, а в автомобиле – только один водитель. Дёргать за руль опасно!

Нередко жёны успешных бизнесменов вмешиваются в процесс управления. Они пытаются влиять на кадровую политику, стремятся получить доступ к корпоративным секретам и т.п. Это гибельный путь. Вспоминается такой анекдот. *Супруги едут в автомобиле. Жена сердится: «Мы наехали на бордюр! Идиот! Мы чуть не задавили кошку!» – Муж в ответ: «Дорогая! Может быть, ты пустишь меня за руль?»*

Если Вы вошли в созданную кем-то Систему, будьте тактичны и соблюдайте субординацию. Изучите действующие правила, найдите для себя нишу, согласуйте свою роль в Системе и никогда не пытайтесь её изменить без согласования с лидером. Мне встречались странные люди, которые делали попытку реформировать Систему, ещё не войдя в неё. Это тупиковый путь.

Лидер несёт на себе тяжесть стратегического планирования и ответственности за успех Системы и, в том числе, за Ваш успех. Уважайте лидера, всемерно помогайте ему, берегите его время и энергию и никогда не вступайте с ним в конфликты, даже если у него есть очевидные недостатки. Если эти недостатки несовместимы с Вашим пребыванием в Системе, честно скажите об этом и покиньте Систему. Найдите более подходящую Систему или создайте собственную и организуйте её в соответствии со своими взглядами на жизнь. И никому не позволяйте нарушать Ваши правила. Ибо истинный лидер никогда не отдаст власть в созданной им Системе. Поскольку это неминуемо приведёт к разрушению Системы и потере благосостояния всех, кто пользуется её плодами.

* Редко, но бывает, что во главе Системы – два или три человека, мыслящих как единый мозг и чувствующих как одна душа. Такая система ещё более надежна, поскольку её лидер – двуглавый или трёхглавый орёл.

<u>Полезное наблюдение</u>: в хорошо организованной Системе стратегическая инициатива и денежные потоки всегда идут сверху вниз, а оперативная инициатива и энергетическое обеспечение – снизу вверх. Это означает, например, что идея открыть новое направление деятельности исходит от лидера, а подготовку плана работы и все связанные с этим хлопоты должны взять на себя подчинённые. Если это даётся им нелегко, они вновь и вновь обращаются за помощью к лидеру, но стараются не отвлекать его по пустякам.

Проблема лидерства – одна из центральных в бизнесе. Многим (и мне в том числе) не нравится лидировать и ближе вторая роль при сильном и умном лидере. Всегда буду вспоминать добром четырнадцать лет, когда мне довелось трудиться под руководством профессора Владимира Михайловича Зациорского.

Но, если нет другого выхода, приходится брать штурвал в свои руки и, как говорил Пётр Великий, «нести свой флаг честно и грозно». Нарушение субординации может обойтись очень дорого. Из-за этого рушились царства. Российская Империя пала, когда на престоле оказался слабый царь, допустивший к управлению государством жену и других людей, не имевших права вмешиваться в дела власти.

<u>Важные правила бизнес-этикета</u>. В последнее время бизнес-этикету уделяется повышенное внимание. Изданы толстые книги о том, как одеваться, как пользоваться макияжем и благовониями, в каких машинах ездить, как улыбаться и здороваться, как общаться в официальной и неформальной обстановке. Регламентировано всё, что только возможно.

К сожалению, в этих инструкциях нет главного – тех неписанных правил, которые считаются сами собой разумеющимися и составляют код взаимного узнавания деловых людей, или, как раньше говорили, «серьёзных людей». Эти правила следующие:

- излагайте мысли точно и кратко;
- не повторяйте сказанного;

- запоминайте сказанное собеседником с первого раза;

- следуйте логике, а не эмоциям; в том числе принимайте логическую победу собеседника и в том случае, когда Вам это невыгодно или неприятно;

- цените своё время и время собеседника; используйте одну и ту же аргументацию только один раз;

- не суетитесь и не повышайте голоса, ведите себя спокойно и корректно, какие бы бури ни кипели внутри;

- уверенно говорите только о том, что хорошо знаете; помните, что задать вопрос не стыдно, а стыдно и губительно «сделать вид» и попасться на этом;

- относитесь к собеседнику с уважением; постарайтесь увидеть ситуацию с его точки зрения и сделайте всё, чтобы найти компромиссный вариант;

- опасайтесь непродуманных решений. (От четырёхкратного олимпийского чемпиона, президента Российской федерации биатлона Александра Ивановича Тихонова я не раз слышал крылатую фразу: «семь раз отмерь, ещё семь раз отмерь. снова семь раз отмерь и ... не режь!»).

Выполнение этих правил – тяжкий труд не только для большинства женщин, но и для многих мужчин. Но это важнее, чем одежда, причёска, макияж и светские манеры. Если хотите преуспеть в бизнесе, придётся насиловать свою природу и осваивать Правила. Иначе к Вам никогда не отнесутся всерьёз и не доверят больших денег.

В современной России, как и во всём мире, немало не слишком образованных и, вместе с тем, очень богатых людей. Многие из них далеки от светских манер, но преуспели благодаря своей энергии, целеустремлённости и выполнению перечисленных правил. Эти люди заслуживают самого высокого уважения.

Как относиться к своим ошибкам? – спокойно! В бизнесе, как и в жизни, без ошибок не бывает. Но особенность бизнеса в том, что здесь каждая ошибка стоит денег и каждый обязан платить за свои ошибки. Теоретически с этим согласны все, но когда приходит пора платить, люди ведут себя по-разному…

Другая особенность бизнеса состоит в том, что здесь нет мелочей: ошибка в малом может привести к большим потерям.

Пример: Вы едете на переговоры и не подумали об удобной обуви. Может случиться, что из-за натёртых ног на лице промелькнёт гримаса боли, которая будет неверно истолкована, и это отразится на результате переговоров.

Никогда не повторяйте одних и тех же ошибок. Один раз ошибиться не грех. Постоянно «наступать на одни и те же грабли» – признак недисциплинированного ума, что несовместимо с бизнесом. Поэтому, если казус с неудобной обувью или любая другая ошибка повторяется, подумайте, не заняться ли чем-нибудь другим.

Наблюдение: В отличие от большинства мужчин, женщине очень трудно, практически невозможно прилюдно признать свои ошибки. И не нужно! Но будьте самокритичны, когда остаётесь наедине с зеркалом. И не повторяйте ошибок! – Число возможных ошибок не так уж велико. Если научитесь каждую ошибку делать только один раз, очень скоро будете действовать безошибочно.

Всегда помните: только в нас самих причины наших неудач. Не ищите виноватых нигде, кроме зеркала!

И что бы ни случилось, не поддавайтесь унынию. Помните, что уныние – смертный грех.

Эмоции – серьёзная проблема. Повышенная эмоциональность – причина многих затруднений в бизнесе. В особенности это касается россиян. На западе и на востоке с самодисциплиной лучше, там стандарты поведения закладываются в раннем детстве и поддерживаются всем укладом общества. Россия же была и остаётся страной необузданных эмоций. Каждый из нас обязан следить за своим поведением, воспитывать себя, ибо никто другой этого не сумеет сделать. Эмоции и бизнес несовместимы.

Специально для очаровательных и несравненных. Войдя в бизнес, оставайтесь обольстительными, но исключите эмоции. Тогда Вы станете наравне с мужчинами и даже сильнее и достигните всего, чего пожелаете. Но если хоть один раз эмоции вырвутся наружу, Вы проиграли. Мужики облегчённо вздохнут и тотчас переведут Вас в низшую категорию. Вам будут улыбаться, осыпать комплиментами, но никогда не доверят серьёзных денег. Недаром говорят, что в бизнесе нет пола.

Одна из самых опасных эмоций – страх. Он ослабляет и побуждает к агрессии. Неспровоцированная агрессия – распространённый тип поведения напуганной или неудовлетворённой женщины. Опытный человек легко распознает истинную причину неадекватного поведения и не захочет иметь деловых отношений с такой неуравновешенной особой.

Сделайте нечеловеческое усилие и исключите влияние на дела симпатий и антипатий, зависти и ревности, обид и подозрений. Если хотите успеха, постарайтесь остаться красивой женщиной, но своё поведение сделайте строго алгоритмированным, т.е. подчинённым логике и правилам. Станьте живым компьютером. Это трудно. Но если справитесь, Вы обречены на успех.

Бизнес и семья – ещё одна проблема. Работающий человек, в отличие от служащего, доставляет своей семье много неудобств. Работа мешает размеренному быту, спокойной семейной жизни. Конфликты неизбежны. Но ведь деньги нужны прежде всего для решения семейных проблем, начиная со здоровья!

Из этого противоречия родилось целое направление в бизнесе – семейный и родственный бизнес. Для решения материальных проблем близкие люди на какое-то время жертвуют покоем и объединяются в творческий или производственный коллектив. Такая организация работы имеет целый ряд достоинств, главные из которых – экономичность и безопасность (деньги и информация остаются в семье, экономится время).

Счастлива семья, которой удалось наладить процветающий бизнес. Но такие семьи редки, поскольку семья это эпицентр всевозможных эмоций, а бизнес эмоций не терпит. Разрушителем семейного бизнеса чаще всего становится женщина – носительница эмоционального начала. Уберечь семью от такого несчастья и подавить «бунт на корабле» обязан мужчина, стоящий у руля семейного бизнеса. К сожалению, нередко не остаётся иного выхода, как сдать бунтовщиков на другое судно или высадить на необитаемом острове.

Но обязанность лидера – исчерпать все средства доброго и любовного увещевания. Нельзя забывать, что для мужчины бизнес – работа, а для женщины – подвиг. Ей постоянно приходится подавлять свои эмоциональные всплески, нивелировать настроения, да ещё и переживать ПМС. В итоге – стрессы и неврозы, возникающие «из ничего», «на пустом месте».

Специально для очаровательных и несравненных. Будьте мудры, собраны, но время от времени меняйте обстановку. Когда станет невмоготу, попросите заменить себя в делах и исчезните на пару дней. Посетите Храм, помолитесь. Хорошо помогают занятия спортом на природе, ресторан с хорошим вином, массаж, посещение парикмахерской или маникюрного кабинета. И особенно шопинг-терапия. Помните, что Ваши «мучения» не вечны. Чем раньше будет создан начальный капитал, тем скорее заработанные деньги начнут приносить прибыль и без Вашего участия. Тогда жизнь постепенно наладится. Это время наступит тем быстрее, чем дальновиднее Вы будете сегодня.

Лидерство в семейном бизнесе – отдельный и сложный вопрос. В обычной семейной жизни эта проблема не стоит так остро. Многие семьи счастливы на основе равноправия или разделения ролей. В бизнесе это невозможно. Бизнес-система без выраженного лидера обречена. Представьте себе самолёт, в котором каждый член экипажа вправе крутить штурвал. Поэтому у семейного бизнеса три дороги:

- к поражению, если эмоции (а также «нравится – не нравится», «хочу – не хочу») окажутся сильнее воли лидера;
- к прозябанию, если созидательные и разрушительные силы примерно равны;
- к финансовому успеху, если здравый смысл возьмёт верх над эмоциями.

<u>О правде и полуправде</u>. За исключением очевидных ситуаций, правда и неправда – категории относительные. Недаром говорят, что есть правда, ложь и статистика. В обычной жизни правдивость – неотъемлемое свойство нормального человека. В бизнесе ситуация иная. Цель бизнеса – приобретение и накопление денег. Эта деятельность подобна спортивной игре или охоте. Сможет ли футболист забить гол, а волк поймать зайчонка, если будет прост, как правда? Именно поэтому ни одно состояние не создано на основе бесхитростной правды. Как говорил Джон Дэвидсон Рокфеллер: «Я готов отчитаться за каждый цент, только не спрашивайте меня о происхождении первого миллиона». Не пугайтесь этого – таковы правила игры.

<u>Пример</u>: богатство банков стоит на том, что они не говорят клиенту всей правды. На том же основана торговля, сетевой маркетинг и другие «пирамиды», страховой и риэлторский бизнес, фондовый рынок и т.д.

Можно ли полуправду назвать ложью? Этот вопрос каждый решает для себя сам. Но заметьте, что если молодым людям в ЗАГСе будут подробно рассказывать, что их ждёт в браке, количество свадеб во много раз сократится и численность населения пойдёт на убыль.

Зная правила игры, будьте внимательны и не поддавайтесь обаянию улыбок. Помните, что взаимовыгодное партнёрство это баланс полуправд и взаимных уступок. Никогда <u>не идеализируйте партнёра</u>, но и не подозревайте без оснований. Внутренний арифмометр должен работать постоянно и безотказно. Учитесь быстро и безошибочно считать в уме.

Кстати, точно выверенное и строго дозируемое ограничение информации может принести обоюдную прибыль. Это одна из граней диалектики бизнеса. Так бывает, когда одна из сторон владеет информацией, которую не вправе разглашать. В этом случае до поры приходится вести партнёра «в слепом полёте», для его же блага.

Но есть сфера, где необходимо быть безупречно честным всегда и без исключений. Речь идёт о взаимоотношениях внутри своей Системы: в семейном бизнесе или с партнёрами, которые за годы совместной работы стали друзьями. Здесь правила те же, что и в хорошей, дружной семье. Никогда не обманывайте своих: ни в крупном, ни в мелочах, ни по ошибке, ни вследствие эмоций. Вольно или невольно обмануть своих – значит ударить в спину или забить гол в свои ворота. Цена такой ошибки – изгнание из Системы. Это жестоко, но неизбежно: благодушное отношение к предательству разрушает Систему.

Жить в ладу со временем – высокое искусство. Не владея им, трудно добиться успеха не только в бизнесе, но и в жизни вообще. Недаром американцы говорят, что время – деньги. Здесь самое очевидное: нельзя терять время. Бизнесмен подобен велогонщику, идущему в группе. Если ему представился шанс продвинуться на метр вперёд, он обязан его использовать. Иначе время будет упущено, и место на финише достанется другому.

От времени нельзя отставать (забывать, лениться, опаздывать), но нельзя и опережать его (суетиться, спешить, совершать необдуманные поступки, говорить необдуманные слова).

Жить в гармонии со временем чаще всего мешают эмоции и лень. Это вещи понятные и преодолимые: немного самодисциплины, и всё будет в порядке.

Гораздо труднее дружить со временем на больших интервалах, измеряемых годами и десятилетиями. Это искусство – из области стратегического планирования. Оно требует специальной подготовки и навыков системного анализа и оптимизации.

Замечено, что чем моложе и неопытнее человек, тем больше он боится опоздать. Ему кажется, что жизнь проходит, и он (она) не успеет реализовать запланированное и пожить в своё удовольствие. В результате – нервозность, торопливые и непродуманные решения и неизбежные потери времени и денег. Эту ошибку совершают и мужчины, но чаще – женщины, особенно те, кто живёт рядом с бизнесом, но в нём не участвует. Мой совет: выдержка и терпение – и всё будет хорошо.

Подводя итог всему сказанному, напомню о трёх исходных правилах бизнеса:

1) найди потребность и удовлетвори её!

2) делись!

3) «люди столько не живут», т.е. делай всё быстро!

Таким образом, дружба со временем – в фундаменте бизнеса.

Вот, пожалуй, и всё, что хотелось рассказать о цене здоровья.

Любите друг друга, богатейте и будьте здоровы!

Глава 8. ЗАГЛЯНЕМ ЗА ГОРИЗОНТ? – это интересно!

Владея методами математической статистики, можно ставить и решать интересные и важные задачи. В их числе прогнозирование событий, диагностика состояния здоровья и тренированности, оптимизация деятельности.

Основой прогнозирования служит регрессионный анализ. Этот метод сравнительно несложен (см. в главе II) и широко применяется. Например, для предсказания рекордных результатов в спорте высших достижений.

Более сложный и разнообразный математико-статистический аппарат используется для решения задач классификации и диагностики. Начнём с классификации – разделения множества предметов или явлений на подмножества. Или, говоря проще, – разделения целого на части. С этой задачей мы уже встречались в первой части книги при обсуждении методов квалиметрии, когда речь шла о построении иерархических деревьев качества.

Ещё более распространённое применение этих методов – классификация заболеваний, без чего невозможна медицинская диагностика. Заметим, что классификация и диагностика неотделимы друг от друга и в медицине, и в спорте, и в других видах человеческой деятельности. Делается это на основе статистических исследований, масштабность которых зависит от сложности решаемой проблемы.

Например, одна из наиболее эффективных классификаций заболеваний предложена Хансом-Хайнрихом Реккевегом (1905 – 1985), основателем гомотоксикологии. В арсенале гомотоксикологии анатомо-клиническая диагностика (как в аллопатии), гомеопатические компоненты назначаемых препаратов и элементы методов древнекитайской медицины. Благодаря этому лечение антигомотоксическими препаратами объединяет в себе лучшие традиции различных направлений медицинской науки и практики. При этом составы и дозировки препаратов подбираются так, чтобы не только устранить гомотоксины, но и стимулировать защитные силы организма.

Примечание: Гомотоксикология – одно из альтернативных направлений медицины, трактующее болезнь как целесообразный ответ организма на воздействие экзогенных (внешних) или эндогенных (внутренних) факторов – «гомотоксинов», вызывающих нарушение здоровья. Гомотоксины имеют химическую (биохимическую), физическую или психическую природу. В роли гомотоксинов могут выступать источники пищевого отравления, продукты жизнедеятельности патогенных вирусов, бактерий и грибков, химические реагенты загрязнённой среды обитания, патогенные эффекты механического и радиационного воздействия и т.д. Кроме того, токсическое воздействие на организм может оказать любое вещество, введённое в организм в чрезмерных количествах. Возникновению и действию гомотоксинов способствует и недостаток необходимых организму веществ – как органических, так и неорганических (например, микроэлементов).

Согласно классификации доктора Реккевега, все заболевания в их хронологическом развитии можно разместить в таблице, которую он назвал таблицей 6 – ти фаз. В этой таблице патологические процессы и их симптомы «привязаны» к определённым тканям организма. Фазы развития болезни автор делит на 3 группы и называет гуморальными фазами, фазами «матрикса» (межклеточного пространства) и клеточными фазами. Перетекание болезни из одной фазы в другую соответствует увеличению тяжести заболевания, от препатологии и хронической формы (в гуморальных фазах) до острой формы (в клеточных фазах). Таблица 6 – ти фаз содержит условную границу, которую доктор Реккевег назвал «биологическим барьером». Патологические изменения до биологического барьера обратимы. Поэтому задача каждого из нас – организовать свою жизнь так, чтобы не переходить через биологический барьер.

Наличие обсуждаемой классификации облегчает работу врача и делает лечебные мероприятия более эффективными.

При разумном отношении к здоровью таблица 6 – ти фаз даёт шанс целенаправленно управлять собственным здоровьем и долголетием.

К сожалению, мы не имеем такого удобного инструмента для диагностики состояния тренированности в спорте. Возможно, его разработка – дело будущего. Но для этого нужны масштабные статистические исследования.

Несколько слов в заключение. Всякое знание подобно горе, подняться на которую можно по-разному. И обретённое знание неизбежно несёт на себе отсвет пройденного пути. Именно поэтому знания каждого из нас неповторимы. Есть такая закономерность: больше знает тот, кто много раз взбирался на одну и ту же вершину разными путями.

Читая эту книгу и другие современные книги о здоровье, приходится признать, что в них идёт речь только об одном из склонов горы, одном из возможных путей к познанию закономерностей здоровья.

Изложенный здесь взгляд на оздоровительные мероприятия односторонен не только из-за ограниченного объёма книги, но и потому, что он «настоен» только на научных и около-научных представлениях и методах. За горизонтом осталось всё, что относится к духовным основам здоровья (эзотерическим* аспектам здоровья). Автор считает своим долгом обратить внимание читателя на их исключительную важность.

Прежде всего, вспомним о чудесных исцелениях, когда Посвящённый или Святой избавлял человека от болезни. Об этом повествуется в жизнеописаниях[1] Рамы, Кришны, Гермеса, Моисея, Орфея, Пифагора, Будды, Магомета. Об исцелении страждущих и воскрешении мёртвых рассказывается и в жизнеописаниях Иисуса Христа, величайшего из сынов Божьих. Случаями чудесных исцелений богаты и жития Святых.

* Под эзотеризмом здесь понимается посвящённость, приобщённость к сокровенным тайнам.

Таблица 6-ти фаз по Х.Х.Реккевегу[2]

Система органов	Гуморальные фазы		Фазы матрикса	БИОЛОГИЧЕСКИЙ БАРЬЕР
	Фаза экскреции	Фаза воспаления	Фаза депонирования	
Кожа	Потоотделение	Угри	Пигментные пятна	
Нервная система	Нарушение коцентрации	Менингит	Целебральный склероз	
Сенсорная система	Слезы, оторея	Конъюктевит, отит	Халазион, холестеатома	
Опорно-двигательный аппарат	Боли в суставе	Эпикондилит	Экзостоз	
Дыхательные пути	Кашель, мокрота	Бронхит острый	Силикоз, легкое курильщика	
Сердечно-сосудистая система	Фукциональные сердечные нарушения	Эндо-, пери- и миокардит	ИБС	
Пищеварительный тракт	Изжога	Гастроэнтерит, гастрит	Гиперпластический гастрит	
Мочеполовая система	Полиурия	Инфекция мочевыводящих путей	Мочекаменная и почечнокаменная болезнь	
Кровь	Ретикулоцитоз	Лейкоцитоз, нагноение	Полиглобулия, тромбоцитоз	
Лимфатическая система	Лимфатический отек	Лимфангит, тонзиллит, лимфаденит	Увеличение лимфатических узлов	
Обмен веществ	Смещение равновесия электролитов	Нарушение липидного обмена	Подагра, ожирение	
Гормональная система	Ком в горле	Тиреоидит	Струма, аденома	
Имунная система	Склонность к инфекциям	Ослабленный имунитет, острая инфекция	Слабость реакции	

БИОЛОГИЧЕСКИЙ БАРЬЕР	Фазы матрикса	Клеточные фазы	
	Фаза импрегнации	Фаза дегенерации	Фаза дедифференциации
	Аллергия	Склеродермия	Меланома
	Мигрень	Болезнь Альцгеймера	Глиосаркома
	Иридоциклит, шум в ушах	Дегенегерация макулы, аносмия	Амавроз (полная слепота), карцинома
	Хронический полиартрит	Спондилез	Саркома, хондрома
	Хронический (обструктивный) бронхит	Бронхоэктаз, эмфизема	Карцинома бронхов
	Сердечная недостаточность	Инфаркт миокарда	Эндотелиома
	Хронический гастрит, недостаточная резорбция	Атрофический гастрит, цирроз печени	Кацинома желудка, прямой кишки
	Хроничекие инфекции мочевыводящих путей	Сморщенная почка	Карцинома
	Нарушение аггрегации	Анемия, тромбоцитоления	Лейкемия
	Недостаточность лимфатической системы	Фиброз	Лимфома, ходжкинские / неходжкинские лимфомы
	Матаболический синдром	Сахарный диабет	Блокада реакций
	Тиреотоксикоз, непереносимость глюкозы	Климактерические нарушения	Карцинома щитовидной железы
	Аутоимунные заболевания, недостаточность функций имунной системы, хронические инфекции	СПИД	Блокада реакции

Но ведь чудо – это непознанная закономерность. Когда-то к чудесам относили гром и молнию, солнечное затмение и многое другое, чему сегодня не удивится даже первоклассник. Снисходительно-пренебрежительное отношение к чудесам – не является ли оно ошибкой, результатом искусственных ограничений, наложенных наукой на свою методологию?

Одним из таких ограничений стал материализм, превратившийся в своей эволюции от Демокрита до наших дней из путеводной звезды в прокрустово ложе, под которое директивными средствами подгоняют и прогресс, и результаты познания. Добро бы люди, называющие себя материалистами, были в своём материализме последовательны и объективны!

Автору этих строк ещё студентом довелось быть свидетелем и посильным участником успешных исследований телепатии, которые группа энтузиастов под руководством Вячеслава Вячеславовича Петрусинского проводила на свой страх и риск. Но миновала «хрущёвская оттепель», и исследования пришлось прекратить. А ведь очевидно, что телепатия (равно как ясновидение, телекинез и т.п.)[3] может послужить ниточкой, потянув за которую удалось бы размотать клубок проблем, касающихся тонких энергетических взаимодействий между людьми. Закономерности этих взаимодействий ещё не раскрыты. Или забыты? – Ибо весьма вероятно, что наши пращуры не только знали о них гораздо больше, но и пользовались ими, как бесценным даром Природы.

Некоторые наши современники пользуются ими и теперь. В прошлом году мне довелось побывать на Филиппинах и на себе и своих близких испытать мастерство местного целителя – хилера. Это глубоко верующий человек, ощущающий свою неразрывную связь со Всевышним. Его труд – прежде всего служение Господу. Почти все заработанные деньги он тратит на восстановление старых и строительство новых храмов.

На моих глазах он внедрялся руками в тело пациента, исправляя различные дефекты. У одного из нас вынул тромб, после чего прошла боль в сердце. У другой достал камень из почки и почистил неудачный послеоперационный шов, третьему выправил позвонки и т.д. Среди его излеченных пациентов – больные раком, холициститом, язвенной болезнью.

Наблюдая за его работой, все мы лишились естественного скепсиса, с которым прилетели на Филиппины. Во время очередного сеанса лечения один из нас неосторожно провёл рукой над головой целителя и обжёгся, как если бы там был поток энергии.

При упоминании об энергетических взаимодействиях возникает ещё ряд вопросов. Верно ли, что на святые места и храмы нисходят мощные энергетические потоки, которые воспринимают люди, достигшие высокой степени нравственного совершенства? И верно ли, что эти люди могут получать «энергетическую подпитку» независимо от места своего пребывания и даже распределять её между другими людьми?

Чем ещё можно объяснить случаи успешного выполнения тяжёлой физической работы при низкокалорийном питании? Представьте многодневный переход по пустыне в сорокаградусную жару при пищевом рационе, суммарная калорийность которого не превышает 1000 кКал в сутки[4]. Если средние энергозатраты на личные потребности, ходьбу и т.п. составляют как минимум 2 кКал/мин., то, помножив их на 1440 минут в сутках, получим, что суточная потребность в энергии составляет 2800 кКал в сутки. Откуда же берутся недостающие 1800 килокалорий?

Если добавить к сказанному известные факты о более чем скромной пище святых праведников, то напрашивается вопрос: не наполнено ли выражение «питаться Святым духом» гораздо более высоким и реальным содержанием, чем мы привыкли думать? И так ли уж наивны и несовременны древнеиндийские представления о пране – универсальной энергетической субстанции, пронизывающей всё сущее?

С этими вопросами органически связан ещё один: справедлив ли для человека закон сохранения энергии? Исходя из приведенных выше цифр, в этом приходится усомниться, если рассматривать человека как закрытую систему, в которую энергия поступает только путём энергетических превращений, содержащихся в пище белков, жиров и углеводов. Следовательно, либо цифры неверны (тогда найдите ошибку!) либо человека нельзя рассматривать в отрыве от потоков энергии надпланетарного происхождения. И в этом понимании закон сохранения энергии, по-видимому, верен.

Ещё вопрос: какова природа биополя человека? – Здесь мало научно установленных фактов, но зато очень много наблюдений экстрасенсов – людей, обладающих повышенной чувствительностью и наделённых способностью ощущать биополе, излучаемое живыми существами[5]. На этом основана всё более расширяющаяся практика бесконтактной диагностики.

И, наконец, вопрос о долголетии, который заслуживает отдельной книги. В обзоре Я.Н.Седышевой[6] читаем: «Древние египтяне считали, что люди могут жить до 110 лет. Парацельс называл 600 лет. Гиппократ был уверен, что молодость заканчивается в 70 лет и лишь потом начинается зрелость». – Вопрос в том, сколь реальны эти цифры сегодня, с учетом достижений современной ревитологии?

Вопросы наши близятся к концу, тем более что достоверного («статистически значимого») ответа на них пока что нет. И, вероятно, не будет до тех пор, пока научное познание не станет исходить из тройственной организации Мира (мир естественной природы, мир человеческий, мир божественный) и человека (тело, разум, дух).

Хотелось бы надеяться на прогресс в этом направлении. Вспомним хотя бы о вполне конкретном (даже и в статистическом смысле) применении методов интервью и экспертизы для изучения опыта людей, переживших клиническую смерть[7]. После этих публикаций трудно не поверить в реальность того, что наша земная жизнь – лишь одна из возможных форм существования души.

К сожалению, это пока единственный пример такого рода.

Прав Э.Шюре[1]: «самым большим злом нашего времени следует признать то, что религия и наука представляют из себя две враждебные силы, не соединённые между собой». За три четверти века, отделяющие нас от времени, когда были написаны эти слова, мало что изменилось. По-прежнему, «религия без доказательств и наука без надежды стоят друг против друга, недоверчиво и враждебно, бессильные победить одна другую».

Если ситуация изменится и будут воскрешены идеи плодотворного синтеза материалистических и метарелигиозных идей, то к вершинам здоровья можно будет двигаться гораздо более прямыми путями. И тогда (используя стилистику вдохновенного труда Д. Андреева[8]), наряду с Розой мира, можно будет приступить к созданию «Розы здоровья» как благоуханного хорала знаний о здоровье души и тела и путях их совершенствования. И написать новую, гораздо лучшую книгу обо всём этом.

1. Шюре Э. Великие посвящённые. Очерк эзотеризма религий. – Калуга, 1914. – 420 с.

2. Общая терапия. 2006 – 2007. Каталог препаратов фирмы «Biologitche Heilmittel Heel GmbH».

3. Мартынов А.В. Исповедимый путь. Философские этюды. – М.: Прометей, 1990.

4. Шаталова Г.С. Целебное питание. – М.: Культура и традиции, 1995

5. Иванов Ю.М. Как стать экстрасенсом. – М.: Лингва, 1990.

6. Седышева Я.Н. Самая заветная мечта человечества (обзор). – Ревитализация, 2005, с. 4 – 7.

7. Калиновский П.П. Переход. Последняя болезнь, смерть и после. – М.: Новости, 1991.

8. Андреев Д.Л. Роза мира. Метафилософия истории. – М.: Прометей, 1991.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица I.

Граничные значения t – критерия Стъюдента в зависимости от уровня значимости и числа степеней свободы (k)

k	Уровень значимости (p)					k	Уровень значимости (p)				
	0,2	0,1	0,05	0,01	0,001		0,2	0,1	0,05	0,01	0,001
1	3,08	6,31	12,71	63,60	–	**17**	1,33	1,74	2,11	2,90	3,97
2	1,89	2,92	4,30	9,93	31,60	**18**	1,33	1,73	2,10	2,88	3,92
3	1,64	2,35	3,18	5,84	12,94	**19**	1,33	1,73	2,09	2,86	3,88
4	1,53	2,13	2,78	4,60	8,61	**20**	1,32	1,72	2,09	2,85	3,85
5	1,48	2,01	2,57	4,03	6,86	**21**	1,32	1,72	2,08	2,83	3,82
6	1,44	1,94	2,45	3,71	5,96	**22**	1,32	1,72	2,07	2,82	3,97
7	1,41	1,89	2,37	3,50	5,41	**23**	1,32	1,71	2,07	2,81	3,77
8	1,39	1,86	2,31	3,56	5,04	**24**	1,32	1,71	2,06	2,80	3,75
9	1,38	1,83	2,26	3,25	4,78	**25**	1,32	1,71	2,06	2,79	3,73
10	1,37	1,81	2,23	3,17	4,59	**26**	1,31	1,71	2,06	2,78	3,71
11	1,36	1,80	2,20	3,11	4,44	**27**	1,31	1,70	2,05	2,77	3,69
12	1,36	1,78	2,18	3,06	4,32	**28**	1,31	1,70	2,05	2,76	3,67
13	1,35	1,77	2,16	3,01	4,22	**29**	1,31	1,70	2,04	2,76	3,66
14	1,35	1,76	2,15	2,98	4,14	**30**	1,31	1,70	2,04	2,75	3,65
15	1,34	1,75	2,13	2,95	4,07	**120**	1,29	1,66	1,98	2,62	3,37
16	1,34	1,75	2,12	2,92	4,02						

Таблица III.

Критические значения линейного коэффициента корреляции (r) при различных уровнях значимости (p) и объёмах выборки (n)

n	p			n	p	
	0,1	0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,80	0,88	0,96	**29**	0,37	0,47
6	0,73	0,81	0,92	**30**	0,36	0,46
7	0,67	0,75	0,87	**31**	0,36	0,46
8	0,62	0,71	0,83	**32**	0,35	0,45
9	0,58	0,67	0,80	**35**	0,33	0,42
10	0,55	0,63	0,77	**40**	0,30	0,39
11	0,52	0,60	0,74	**45**	0,29	0,37
12	0,50	0,58	0,71	**50**	0,27	0,35
13	0,48	0,55	0,68	**60**	0,25	0,33
14	0,46	0,53	0,66	**70**	0,23	0,30
15	0,44	0,51	0,64	**80**	0,22	0,28
16	0,43	0,50	0,62	**90**	0,21	0,27
17	0,41	0,48	0,61	**100**	0,20	0,25
18	0,40	0,47	0,59	**125**	0,17	0,23
19	0,39	0,46	0,58	**150**	0,16	0,21
20	0,38	0,44	0,56	**200**	0,14	0,18
21	0,37	0,43	0,55	**300**	0,11	0,15
22	0,36	0,42	0,54	**400**	0,10	0,13
23	–	0,41	0,53	**500**	0,09	0,12
24	–	0,40	0,52	**700**	0,07	0,10
25	–	0,40	0,51	**900**	0,06	0,09
26	–	0,39	0,50	**1000**	0,06	0,09
27	–	0,38	0,49			
28	0,32	0,37	0,48			

Таблица II.

Критические значения рангового коэффициента корреляции (ρ) при различных уровнях значимости (p) и объёмах выборки (n)

n	p		n	p		n	p	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,94	–	**17**	0,48	0,62	**29**	0,37	0,48
6	0,85	–	**18**	0,47	0,60	**30**	0,36	0,47
7	0,78	0,94	**19**	0,46	0,58	**31**	0,36	0,46
8	0,72	0,88	**20**	0,45	0,57	**32**	0,36	0,45
9	0,68	0,83	**21**	0,44	0,56	**33**	0,34	0,45
10	0,64	0,79	**22**	0,43	0,54	**34**	0,34	0,44
11	0,61	0,76	**23**	0,42	0,53	**35**	0,33	0,43
12	0,58	0,73	**24**	0,41	0,52	**36**	0,33	0,43
13	0,56	0,70	**25**	0,40	0,51	**37**	0,33	0,42
14	0,54	0,68	**26**	0,39	0,50	**38**	0,32	0,41
15	0,52	0,66	**27**	0,38	0,49	**39**	0,32	0,41
16	0,50	0,64	**28**	0,38	0,48	**40**	0,31	0,40

БУДЬТЕ ЗДОРОВЫ !

В.Л.Уткин

**Один человек, ощутив приближение смерти,
попросил Господа: «Дай пожить ещё!»
Господь ответил: «Живи! Но ты проживёшь
столько лет, сколько у тебя верных друзей»**

Так пусть огонь нашей дружбы горит вечно!