

В. Б. КОРЕНБЕРГ

СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Учебник

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию
в области физической культуры и спорта в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности
032101 – Физическая культура и спорт*

Москва 2008

Издательство «Физическая культура»



УДК 796(07)3.4(07)
К 66

Рецензенты:

кандидат педагогических наук, профессор А. Н. Фураев,
доктор педагогических наук, профессор С. В. Голомазов.

Коренберг, В. Б.

К 66 Спортивная метрология : учебник / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 368 с.
ISBN 978-5-9746-0086-9

Содержание дисциплины «Спортивная метрология» – общие теоретические основы контроля в физическом воспитании и спорте. Учебник ориентирован на студентов, будущих практических работников физического воспитания и спорта (а не на исследователей в этих областях). Автор старался избежать «перекоса» тематики в какую-либо сторону (измерения, метрологическое обеспечение измерительной и информационной аппаратуры, статистика). Исходя из того, что контроль нужно осуществлять с глубоким пониманием существа вопроса, в учебнике освещены кинезиологические подходы.

Объем материала учебника значителен, поэтому преподаватель может опустить те или иные разделы по своему усмотрению и выбрать те, которые считает необходимыми. В качестве пособия к учебнику может служить выпущенный ранее словарь-справочник «Спортивная метрология» (М.: Советский спорт, 2004).

УДК 796(07)3.4(07)

ISBN 978-5-9746-0086-9

© Издательство «Физическая культура», 2008
© Коренберг В. Б., 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
Часть 1. ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ	12
Глава 1. Дисциплина «Спортивная метрология».....	12
1.1. Двигательная подготовка как управляемый процесс	12
1.2. Контроль за подготовкой – компонент управления ею	16
1.2.1. Планирование подготовки и контроль за ней	16
1.2.2. Инструментальный и неинструментальный контроль	22
1.2.3. Компьютеризация контроля и управления	25
1.2.4. Количественные и качественные характеристики.....	26
1.2.5. Контрольные измерения и упражнения, тестирование	27
1.2.6. Педагогическое оценивание как средство подготовки.....	29
1.3. Спортивная метрология как теоретическая, прикладная и учебная дисциплина.....	30
1.3.1. Метод, предмет, объект, основные задачи спортивной метрологии, ее роль	30
1.3.2. Использование средств, методов, данных спортивной метрологии в практике	32
Глава 2. Технические средства, оценочные подходы, измерения в физическом воспитании и спорте	36
2.1. Технические средства в двигательной подготовке	36
2.1.1. Оборудование, инвентарь, аппаратура	36
2.1.2. Метрологическое обеспечение измерений, обработки и оценивания их данных	37
2.2. Оценочные подходы в спортивной метрологии	39
2.2.1. Количественный и качественный подходы в анализе. Квалиметрия	39
2.2.2. Вероятность явлений, процессов, значений параметров	41
2.2.3. Применение статистики в двигательной подготовке	44
2.3. Основы теории измерений	45
2.3.1. Методы и методики измерений	45
2.3.2. Шкалы измерений	46
2.3.3. Погрешности измерений. Прямые и косвенные измерения	48
2.3.4. Целесообразная точность измерений. Сохранение данных измерений и наблюдений	50

Глава 3. Измерительные методики и ТСО в физическом воспитании и спорте	54
3.1. Измерения для контроля и исследований в двигательной подготовке	54
3.2. Общие основы методики измерений	56
3.3. Неинструментальные измерения	58
3.3.1. Возможности, недостатки и преимущества неинструментальных измерений	58
3.3.2. Технология неинструментальных измерений	59
3.4. ТСО, применяемые в двигательной подготовке	63
3.4.1. Тренажеры	63
3.4.2. Аудиовизуальные и компьютерные средства информации, обучения, демонстрации	66
Глава 4. Измерительные и информационные системы	70
4.1. Методы измерений, применяемые в двигательной подготовке	70
4.2. Измерительные системы, их компоненты	72
4.2.1. Основные понятия	72
4.2.2. Датчики и «здатчики»	74
4.2.3. Усилители	76
4.2.4. Преобразователи	78
4.2.5. Регистраторы	80
4.2.6. Микропроцессоры и компьютеры в измерительных системах	83
4.2.7. Измерительные системы	84
4.3. Механические измерительные устройства	86
4.4. Электрические и механоэлектрические измерительные устройства	89
4.5. Электромеханические измерительные устройства	94
4.6. Оптические и оптико-электронные средства регистрации и измерений	95
4.7. Радиотехнические методы измерений	99
Часть II. ОСНОВЫ СТАТИСТИКИ	102
Глава 5. Статистические совокупности, их характеристики.	
Описательная статистика	102
5.1. Элементы теории вероятностей	102
5.2. Статистика как средство познания	106
5.2.1. Общие замечания	106

5.2.2. Статистические признаки	107
5.2.3. Совокупности объектов, их признаки и параметры признаков	108
5.3. Статистические совокупности и их характеристики	110
5.3.1. Центральные тенденции	111
5.3.2. Вариативность статистических совокупностей	112
5.3.3. Упорядочение и представление выборок	113
5.4. Вариационные ряды, их табличное и графическое отображение	114
5.4.1. Табличное и графическое отображение вариационного ряда	114
5.4.2. Нормальное (гауссово) распределение	116
5.5. Описательная статистика	118
Глава 6. Выборочный метод	122
6.1. Сущность выборочного метода	122
6.1.1. Доверительная вероятность и вероятность ошибки	122
6.1.2. Формирование репрезентативной выборки объектов	123
6.1.3. Этапы выборочного метода	124
6.1.4. Доверительный интервал	125
6.2. Сравнение выборок	127
6.2.1. Значимость различия выборок	127
6.2.2. Связанные и несвязанные выборки	128
6.2.3. Определение значимости различия выборок	130
6.2.4. Непараметрические критерии значимости	132
6.2.5. Параметрический критерий значимости	140
6.2.6. Критерии согласия	143
6.3. Немного о дисперсионном анализе	148
Глава 7. Основы корреляционного анализа	154
7.1. Фактор как статистическая категория	154
7.1.1. Случайные события и величины	154
7.1.2. Функциональные и статистические зависимости	155
7.1.3. Связь вероятностных и детерминистских оценок ...	157
7.2. Корреляция	159
7.2.1. Корреляция как вид статистической зависимости ...	159
7.2.2. Корреляционное поле	159
7.3. Коэффициенты корреляции	162
7.3.1. Коэффициенты корреляции и детерминации	162
7.3.2. Коэффициент корреляции по Бравэ-Пирсону	164
7.3.3. Коэффициент корреляции по Спирмену	165
7.3.4. Применение и проверка достоверности коэффициентов корреляции	166

7.3.5. Корреляционные отношения	169
7.3.6. Частные и множественный коэффициенты корреляции	170
7.3.7. Коэффициент ассоциации	172
7.4. Регрессия	173
7.4.1. Регрессия как форма статистической зависимости	173
7.4.2. Аналитическое и графическое отображения регрессии	174
7.4.3. Применение уравнений и линий регрессии	176
Часть III. ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЕ АСПЕКТЫ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ	180
Глава 8. Спортивная двигательная активность	180
8.1. Спортивная двигательная активность (СДА)	180
8.2. Психические и психофизиологические компоненты СДА	182
8.2.1. Рефлексы	182
8.2.2. Афферентация как компонент СДА	184
8.3. Спортивная ситуация	186
8.3.1. Что такое ситуация?	186
8.3.2. Виды ситуации	190
8.3.3. Дуализм активности	190
8.3.4. Состав спортивной двигательной ситуации	193
8.3.5. Учет намерений других позиционеров ситуации	195
8.4. Программность ситуации	197
Глава 9. Спортивные двигательные задачи и их решение	202
9.1. Спортивное двигательное действие (СДД)	202
9.2. Спортивные двигательные задачи (СДЗ)	204
9.3. Решение СДЗ	208
9.4. Спортивные двигательные умения и навыки	211
Часть IV. КОНТРОЛЬ НАД СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬЮ И ПОДГОТОВКОЙ	216
Глава 10. Принципиальные основы анализа спортивной двигательной активности	216
10.1. Методологические основы биомеханического и кинезиологического анализа СДА	217
10.1.1. Измерения	217
10.1.2. Количественный и качественный анализ как методы	218
10.1.3. Спортивный качественный кинезиологический анализ	220

10.1.4. Спортивный двигательный автоанализ	225
10.1.5. Проблема надежности СДА	226
10.2. Эвристика формирования и решения СДЗ	229
Глава 11. Тестирование в физическом воспитании и спорте	236
11.1. Основные положения и понятия	236
11.2. Критериальные требования к тестам	241
11.3. Типы и разновидности тестов	246
11.4. Тестирование	250
11.5. Направленность и содержание тестов	253
11.5.1. Моторные тесты	253
11.5.2. Биологические тесты	255
Глава 12. Оценивание в физическом воспитании и в спорте	258
12.1. Общие положения	258
12.2. Факторы и критерии, определяющие педагогическое оценивание	261
12.2.1. Факторы, влияющие на формирование педагогической оценки	261
12.2.2. Критерии педагогического оценивания	261
12.3. Шкалы оценивания	263
12.3.1. Квантильные шкалы	263
12.3.2. Шкала ГЦОЛИФК, стандартные (сигмальные) шкалы	264
12.3.3. Шкалы выбранных точек	265
12.4. Квалиметрическое оценивание	268
12.4.1. Квалиметрия	268
12.4.2. Метод экспертных оценок, спортивное судейство	269
12.4.3. Метод опроса	273
12.5. Определение рейтинга	276
12.6. Дифференциальное, интегральное, дифференциально-интегральное оценивание	277
12.6.1. Дифференциальное и интегральное оценивание	277
12.6.2. Дифференциально-интегральный метод	278
12.7. Нормы	282
Глава 13. Контроль над физическим функциональным состоянием занимающихся	286
13.1. Контроль над состоянием здоровья и самочувствием	286
13.2. Контроль над телосложением	288
13.3. Контроль над двигательными функциональными способностями	289

13.3.1. Концепция физических качеств и ее сущность	289
13.3.2. Концепция моторно-функциональных качеств	300
13.4. Двигательная подготовленность и подготовка	307
Глава 14. Контроль над технической и тактической подготовкой	311
14.1. Техника и технология СДД, спортивных упражнений ...	311
14.2. Техническая подготовленность и контроль над ней	317
14.2.1. Связь сторон подготовленности	317
14.2.2. Спортивно-технический арсенал	320
14.2.3. Контроль над технической подготовленностью	322
14.3. Техническая подготовка и контроль над ней	324
14.3.1. Спортивно-техническая подготовка	324
14.3.2. Спортивные двигательные ошибки (СДО) и их преодоление	325
14.3.3. Трудность и сложность СДД либо спортивной двигательной задачи	331
14.3.4. Контроль над технической подготовкой занимающихся	332
14.3.5. Совершенствование техники и ее реализации	334
14.3.4. Техническое оснащение обучения и тренировки	335
14.3.5. Оценивание как компонент контроля	337
14.4. Тактическая подготовка и контроль над ней	338
14.4.1. Тактическая подготовленность и подготовка	338
14.4.2. Контроль за тактической подготовленностью и подготовкой	340
Глава 15. Контроль над психологической и теоретической подготовленностью и подготовкой	345
15.1. Психологическая подготовленность и подготовка	345
15.1.1. Роль психологической подготовленности и психологических особенностей занимающихся ...	345
15.1.2. Контроль над психологической подготовленностью, психическим состоянием, психологической подготовкой занимающихся	350
15.2. Теоретическая подготовленность и подготовка	351
15.2.1. Роль теоретической подготовленности в физическом воспитании и спорте	351
15.2.2. Теоретическая подготовка и контроль над ней	353

ВВЕДЕНИЕ

Нет единого мнения о том, каким должно быть содержание учебной дисциплины «Спортивная метрология». В ряде вузов принято считать, что этот курс должен быть посвящен почти исключительно измерениям: измерительной аппаратуре и измерительным методикам, то есть что это, по существу, инженерная дисциплина в примитивном переложении для физкультурных вузов. Но дисциплина была задумана – и это целесообразно в плане подготовки специалистов – для освоения студентами *общих основ контроля* в физическом воспитании и спорте.

С этой позиции физическое воспитание и спортивная подготовка рассматриваются как своего рода производственный процесс, продукт которого – физическая, техническая, тактическая, психологическая и теоретическая подготовленность занимающихся (и в целом для спортсменов – их спортивная подготовленность). Потому и этот продукт (подготовленность), и «производственный» процесс (подготовка) являются предметом спортивной метрологии, а цель учебной дисциплины «спортивная метрология» – дать знания об общем содержании, объектах и методике контроля над физическим воспитанием и спортивной подготовкой, нужные для повышения «качества выпускаемой продукции» – результата процесса подготовки, а значит и для совершенствования этого процесса. Именно с такой целью подготовлена программа дисциплины и написан настоящий учебник.

Контроль за подготовленностью и подготовкой предмет весьма обширный и в теоретическом и в практическом планах, а учебное время, выделяемое на освоение курса учебной дисциплины «Спортивная метрология», весьма невелико (в разных вузах от 30 до 80 часов аудиторных занятий). Поэтому, рассчитывая на то, что с практической составляющей контроля за подготовленностью и подготовкой занимающихся студенты знакомятся в ходе прохождения дисциплин их специализации, содержание курса (и учебника) ограничено общими основами теории контроля, а его технологиям внимание уделено лишь настолько, чтобы были понятны излагаемые теоретические положения. Исключение составляет раздел статистики.

Дисциплину «Спортивная метрология» в разных вузах проходят либо перед прохождением дисциплины «Биомеханика», либо после, а статистику в некоторых вузах преподают отдельно или в составе других дисциплин. Обучение проходит по разным программам. Это по возможности учтено в учебнике. Сравнительно большой его объем не должен пугать: отдельные разделы глав и даже целые главы можно, по мере необходимости, пропускать, может быть – по решению конкретных преподавателей, позиции которых по разным вопросам могут существенно расходиться – заменять другими текстами. Так, часть III, в которой изложена развиваемая автором система кинезиологических представлений, может быть пропущена. Автор убежден, что вузовский учебник не должен восприниматься как безальтернативный, безапелляционный, догматизированный источник информации.

В настоящее время в теории физического воспитания и спорта назрела и уже началась радикальная смена даже некоторых фундаментальных представлений, в связи с чем ряд важных вопросов рассматривается специалистами отнюдь не однозначно. Многие распространенные сегодня теоретические положения опираются на представления середины прошлого века, содержат внутренние противоречия, и, судя по всему, в недалеком будущем подвергнутся существенному пересмотру. В этом учебнике изложен ряд более отвечающих сегодняшнему состоянию науки представлений (это относится как к части III, так и к части IV учебника). В случаях, когда преподавание осуществляют специалисты, придерживающиеся традиционных или вообще иных, чем у автора, взглядов, они могут не рекомендовать к изучению те или иные разделы глав или целые главы, заменяя их другими источниками. Хотя, можно полагать, эти главы позволяют получить полезную информацию и сторонникам традиционных представлений.

Учебник рассчитан на достаточно долгое применение и на то, что существующая система теоретических представлений претерпит существенные прогрессивные изменения. Переход к новой системе теоретических подходов и представлений неотвратим, хотя и встретит немалое инертное сопротивление (что закономерно) и потребует времени. Лучше своевременно принять новые, более адекватные реалиям представления или хотя бы ознакомиться с ними и их обоснованием.

Помимо сказанного, приходится иметь в виду и то обстоятельство, что учебник «Спортивная метрология» может быть использован и при

заочном обучении, и в процессе послевузовского повышения квалификации спортивных кадров. С изложенными в учебнике положениями целесообразно ознакомиться и преподавателям спортивных дисциплин.

Помимо учебника преподавание курса должны поддерживать пособия по ряду его тем, детализирующие их технологически. Это и лабораторный практикум, ориентированный на спортивную специализацию студентов, на аппаратные ресурсы вуза, на структуру и объем курса, на особенности подготовленности и специальных представлений преподавателей. Это и различные по характеру компьютерные пособия (опросники, видеотесты). Их подготовка – важная задача развития преподавания курса спортивной метрологии в каждом конкретном вузе. Так, в МГАФК в настоящее время используются словарь-справочник «Спортивная метрология» («Советский спорт», 2004) и компьютерная программа контроля знаний. В 2008 г. предполагается подготовить лабораторный практикум и компьютерную программу контроля с компонентами пояснений, а также компьютерные видеопособия, адаптированные к занимающимся разными видами спорта.

Часть I. ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Глава 1 . ДИСЦИПЛИНА «СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ»

1.1. Двигательная подготовка как управляемый процесс

Физическое воспитание и спортивная подготовка – процессы управления двигательными возможностями занимающихся. *Двигательная подготовка* физкультурника или спортсмена – активный, обычно многокомпонентный процесс, направленный на реализацию в той или иной мере четко обозначенной *цели* в области физкультурной или, соответственно, спортивной подготовки – *двигательной подготовленности* (ДП). Главный, *целевой* компонент двигательной подготовки – *двигательная тренировка*.

Цель двигательной подготовки – это представление о желательном для человека уровне, характере, особенностях его ДП.

Ситуация ДП – сложившееся у физкультурника, спортсмена, тренера субъективное схематическое, модельное представление о некотором рассматриваемом моменте (отрезке) своей или ученика физкультурной или спортивной ДП – *мысленная модель* на данный момент всего комплекса ДП или одной из 5 ее сторон: 1) телесной («физической», «функциональной»), 2) технической, 3) тактической, 4) теоретической, 5) психологической ДП.

Понятие «модель» требует пояснения: 1) невозможно разобраться ни в каком явлении или предмете, не сформировав его модель; 2) мы всегда и всё моделируем, живем в мире моделей.

Модель – схема объекта (материального, процессуального, информационного), отражающая соответственно нашим намерениям ее использовать *существенные для этого свойства объекта*: по отношению к интересующим нас функциям модель должна быть

эквивалентна (равнозначна) моделируемому объекту. Желательно избежать отражений в ней *несущественных для нас* свойств объекта, «засоряющих» модель, снижая эффективность ее использования. Модели бывают вещественные субстратные, вещественные процессуальные, информационные знаковые (статичные и процессуальные), информационные мысленные – логические, эйдетические (образные), комбинированные.

Цель двигательной подготовки можно заранее сформировать и либо практически не менять на всем протяжении тренировочной активности человека или большого ее отрезка, либо значительно (и даже неоднократно) менять. Но можно только наметить ее в общих чертах в начале того или иного этапа подготовки с расчетом более полно формировать, уточнять «по ходу дела», поскольку цель ДП нужно адаптировать (приспосабливать) к реально развивающимся условиям, которые в своем развитии неизбежно в той или иной степени отклоняются от намеченного пути. Конечно, опыт и предвидение развития ситуации позволяют точнее намечать цель сразу.

Цель – это (в современной психологии) не то, чего хочется достигнуть, а *мысленная модель* этого, представление об этом, конструируемая желательная ситуация как модель реальности. Следует говорить не о достижении цели, а ее реализации.

Цель отдельного тренировочного занятия подчинена общей цели подготовки, поэтому план каждого занятия строится в соответствии с этой общей (более высокого уровня) целью. План может быть только мысленным – в воображении тренера (спортсмена) или оформленным в виде текста: на бумаге, в памяти компьютера. Он может быть кратким или развернутым (обстоятельным, подробным).

Процесс тренировки всегда управляется: это целенаправленный процесс, его нельзя «пускать на самотек». Это *процессуальная система* (совокупность функционально взаимосвязанных процессов). Тренировкой управляет не только тренер, как обычно считают: значительную долю управления осуществляет сам занимающийся (физкультурник, спортсмен). Доля эта может быть большей или меньшей в зависимости от стиля работы тренера и от уровня знаний, степени самостоятельности и инициативности занимающегося.

Управление системой – процесс перевода ее посредством *управляющих воздействий*, руководствуясь некоторой (не всегда явной) программой, из *исходного* состояния в *заданное другое* – *конечное, целевое*.

Если программа достаточно полна и соответствует (адекватна), с одной стороны, общей и текущей целям тренировочного процесса, с другой стороны – текущей реальности, цель удастся реализовать. И тем легче и лучше реализовать, чем лучше программа.

Программа тренировочного процесса – алгоритмически организованное представление или описание состава, ритма, частоты, объема, интенсивности тренировочных занятий и включенных в них двигательных заданий.

Эта программа задает такое тренировочное поведение физкультурника или спортсмена, которое в основном определяет эффект тренировочных упражнений: *срочный* (до отдыха), *отставленный* (во время и после отдыха), *кумулятивный* (накопленный). Дальняя, долгосрочная цель управления тренировочным процессом – представление о некотором желаемом кумулятивном эффекте, выраженном *целевой* (т. е. такой, какая намечена целью) ДП. Для достижения этой цели необходимо правильно планировать и срочный, и отставленный эффекты отдельных упражнений, серий упражнений, тренировочных занятий, поскольку и срочный, и отставленный, и кумулятивный эффекты, конечно же, зависят и от оперативного, и от текущего состояния человека. Причем формирование этих состояний, в свою очередь, зависит от кумулятивного эффекта тренировочного процесса. Такая вот «круговая» зависимость.

Целенаправленный перевод системы «спортсмен» из одного состояния в другое (т. е. управление его состоянием) осуществляется целенаправленными воздействиями на него (так называемыми *тренирующими*), но зависит и от особенностей «ответов» на них организма, что связано как с индивидуальными качествами, так и со случайными воздействиями. Поэтому тренирующие воздействия программируют с учетом вероятных реакций состояния спортсмена на управляющие воздействия и на внешние условия. Меняем воздействия – меняем изменения состояния спортсмена. Управляют процессом спортивной подготовки путем подбора системы воздействий. Подбирать надо как состав, так и структуру этой системы.

Тренировочные воздействия – 1) всестороннее воздействие на занимающегося выполнения применяемых на тренировке упражнений, их совокупностей и других факторов тренировки; 2) результат этих воздействий.

Тренирующее воздействие – это воздействие выбранных факторов (в основном определенным образом организованной двигательной либо психической активности), направленное на намеченное изменение возможностей занимающегося.

Состав системы – «перечень», «список» входящих в нее компонентов: элементарных частей (элементов) и/или их связанных объединений (подсистем).

Структура системы – это *схема существенных связей* («закон связи») между ее элементами и между подсистемами.

Подсистема – часть системы, осуществляющая одну из ее функций или функцию, которую можно хоть мысленно выделить, вычленив из общей функции системы, как бы обособить.

Элементы подсистемы связаны между собой *теснее*, чем с элементами других подсистем и чем подсистемы между собой. Подсистемы – более «связные» образования в составе системы, это как бы обособленные, отдельные (в функциональном плане) *относительные целостности*. В подсистемах часто можно выделить подсистемы более низкого иерархического уровня, а в их составе – подсистемы еще более низкого уровня. *Чем ниже уровень подсистемы, тем, как правило, теснее связи между ее элементами. Связь между подсистемами, входящими в состав подсистем более высокого уровня, как правило, теснее связи между подсистемами этого более высокого уровня, в состав которых они входят.* Подсистемы нижележащего уровня по мере надобности можно рассматривать и как *элементы* системы более высокого уровня, и как ее *подсистемы*. Любую систему можно рассматривать как подсистему другой, более сложной, – той, что включает ее в себя наряду с другими.

Нужно особо отметить: с формированием системы *появляются новые (системные) свойства*, которых не было у элементов, составивших систему. При объединении нескольких систем в одну, т. е. при образовании системы более высокого уровня, тоже появляются новые (системные) свойства. (Если появление новых свойств не очевидно, не есть естественное продолжение свойств объединяемых элементов или систем, эти свойства называют *эмерджентными*).

Управление процессом подготовки спортсмена включает, конечно, прямую организацию и методическое обеспечение тренировочного процесса, но помимо этих очевидных компонентов спортивной подготовки и для их разумного осуществления сбор и анализ информации о спортсмене, о состоянии его здоровья, об оперативном физическом и психологическом состоянии, об условиях, в которых он живет, тренируется, отдыхает, о процессе тренировки – ее ходе и результатах: текущих и отставленных во времени (формирующихся в течение некоторого времени после завершения самого процесса).

Активное «добывание» этой информации – фундамент контроля за физическим воспитанием и спортивной подготовкой. Основываясь на данных контроля и знаниях, решают задачи стратегического и тактического планирования и программирования подготовки.

Следующая стадия – реализация программ подготовки, обычно с их ситуационной (зависящей от ситуации) коррекцией или заменой (сохраняя соответствие с планами, конечной целью, изменяющимися условиями). За ходом и результатами реализации программ должен быть контроль (сбор нужной информации, ее анализ, оценивание), на его основе вносят целесообразные адаптивные (приспособительные) изменения в программы (планы) – управление должно быть гибким и динамичным, согласующимся с реальными условиями.

В физическом воспитании и спорте различают 5 *сторон* подготовленности и подготовки. Это физическая (функциональная), техническая, тактическая, психологическая, теоретическая подготовленность и соответственно подготовка. Каждая сторона подготовки имеет свои особенности, вообще говоря, различающиеся объемно и содержательно в разных формах физического воспитания (в зависимости от контингента) и в разных видах спорта.

1.2. Контроль за подготовкой – компонент управления ею

1.2.1. Планирование подготовки и контроль за ней

Контроль за тренировкой необходим, чтобы осуществлять управление в соответствии с планом и реалиями: чтобы управлять не «вслепую», нужно получать информацию не только о выполнении тренировочных и соревновательных упражнений, но и о состоянии

спортсмена, об окружающих условиях, о темпе и характере их изменений. Это *информация обратной связи*, без которой невозможно управлять сколько-нибудь сложным процессом, функциями системы. Ее должен получать каждый занимающийся и, тем более, руководитель подготовки.

Двигательная информация обратной связи – это информация о *ходе и результатах* (внешних и внутренних) *двигательной активности субъекта* (здесь субъект активности – человек или группа людей), реально получаемая им по ходу осуществления активности. Блоки этой реальной («живой») информации «*сличают*» (сравнивают) с «*должной*» (запланированной, ожидаемой) информацией – т. е. с той информацией, которая согласно имеющемуся у субъекта двигательному опыту (по его мнению) *должна* поступать при «правильном», желаемом им ходе и результатах активности. Как только между блоками реально поступающей и должной информации обнаружены сколько-нибудь существенные расхождения («*рассогласование*»), а это происходит очень часто, в осуществляемую активность немедленно вносятся необходимые поправки (коррекции).

Заметим: информация обратной связи может поступать без усилий на то субъекта, *пассивно*, но может и *активно* «добываться» им, т. е. благодаря приложению им определенных усилий и специальным действиям, совершаемым им с этой целью. Поэтому можно (допуская некоторую смысловую неточность, «натяжку») говорить о *пассивной* и *активной* информации обратной связи.

Второе замечание: наряду с двигательной информацией обратной связи субъект получает и совсем другую – *обстановочную*. В ней можно (несколько условно, так как их бывает трудно разграничить и они могут по мере изменения ситуации «перетекать» друг в друга) различить содержательный и фоновый компоненты. *Содержательная* обстановочная информация, позволяя субъекту составить представление о внешних и внутренних (относительно него) явлениях и условиях, тем самым позволяет сформировать *ситуацию* – модель оперативной или текущей реальности. *Фоновая* обстановочная информация иногда влияет на эмоциональную сферу субъекта и потому на уровне подсознания оказывает известное влияние на формирование восприятий и *психологической установки*. Часть фоновой обстановочной информации может (по обстоятельствам) стать содержательной обстановочной информацией – и наоборот.

Двигательная обратная связь – механизм, обеспечивающий информацией обратной связи органы и механизмы управления двигательной активностью.

Помимо двигательной обратной связи, позволяющей человеку управлять своими движениями и действиями, существуют обратные связи другого рода. Например, контрольное тестирование, текущий опрос, контрольная работа, экзамены – способы получения информации обратной связи о том, как повлияли те или иные процессы на состояние человека, как идет освоение материала курса соответствующей учебной дисциплины. Для управления тренировочным процессом необходима информация об оперативном и текущем состоянии занимающихся, о выполненной и выполняемой тренировочной работе: ее величине (объеме, интенсивности, психической сложности), характере, направленности, качестве выполнения. Необходима информация и об отношении занимающихся к своей подготовке, о динамике их подготовленности и др. Это информация обратной связи, ее нужно «добывать», хранить, преобразовывать.

При управлении процессом тренировки нужно учитывать разного рода связи: между участниками, между существенными факторами и составными частями тренировочного процесса. Несколько примерных схем иллюстрируют систему таких связей.



Рис. 1.1. Действует один спортсмен. Жирными стрелками отображены пути информации прямой связи, тонкими – обратной

На рис. 1.1 под «поведением» спортсмена подразумевается часть его активности (двигательной, недвигательной), направленная на решение задач тренировки. *Оперативное* состояние спортсмена – физическое и психическое состояние, самочувствие в данный момент времени или в небольшом временном интервале, например в одном тренировочном занятии, его части, спортивная подготовленность в данный конкретный момент. *Текущее* состояние спортсмена – его устой-

чивое состояние на протяжении более длительного периода (день, неделя, месяц). *Ситуация* – здесь модельное представление субъекта о внешних условиях, своих возможностях и состоянии, формируемое для той задачи, которую собирается решать субъект.

Спортсмен формирует и адаптивно (приспособительно на основе информации) трансформирует (прямая связь) ситуацию как модель реальности, все время в своей активности ориентируясь на нее (на основе информации прямой и обратной связи). Другие линии обратной связи проходят через восприятия, позволяя спортсмену управлять своим поведением с учетом его результатов и других факторов благодаря своевременно получаемой информации (восприятия, образы).

Гораздо более сложна система обратных связей при взаимодействии двух спортсменов (рис. 1.2). Как это видно на схеме, появляется блок «Общие результаты поведения». Общие результаты поведения представляют собой не просто сумму поведений каждого из спортсменов, а некоторое системное целое (с неизбежным появлением новых свойств). Например, одновременные действия нападающего и блокирующего волейболистов создают сложную картину взаимосвязи этих действий; совместные действия фигуристов в паре дают совсем иной результат, чем такие же их действия без связи друг с другом; в групповой акробатике действия каждого акробата четверки зависят от действий остальных.

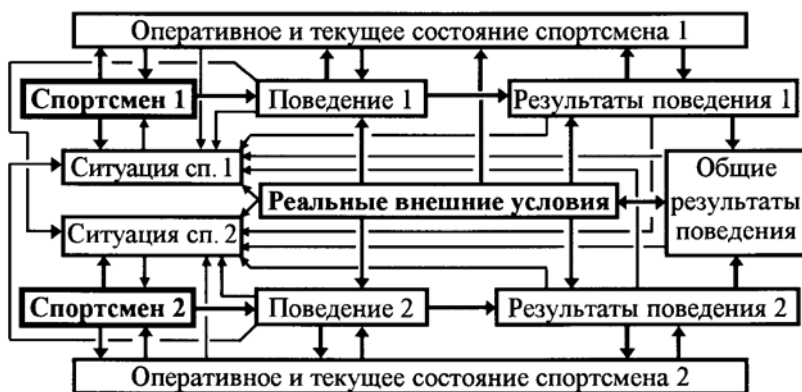


Рис. 1.2. Взаимодействуют 2 спортсмена – сп.1 и сп.2 (партнеры, противники).
Тонкие стрелки – пути информации обратной связи, жирные – прямой

Рис. 1.3 иллюстрирует систему прямых и обратных связей при управлении тренером активностью спортсмена в ходе тренировочного процесса, а рис.1.4 – систему прямых и обратных связей в процессе управления тренировочным эффектом (срочным называют эффект, наблюдаемый сразу после нагрузки, отставленным – во время и после отдыха, кумулятивным – накопленный рядом тренировок).

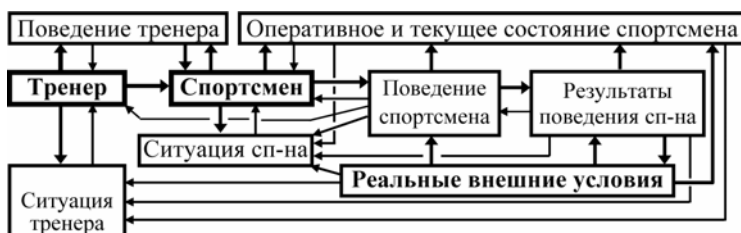


Рис. 1.3. Управление поведением в системе «спортсмен – тренер». Жирными стрелками показана прямая связь, тонкими – обратная

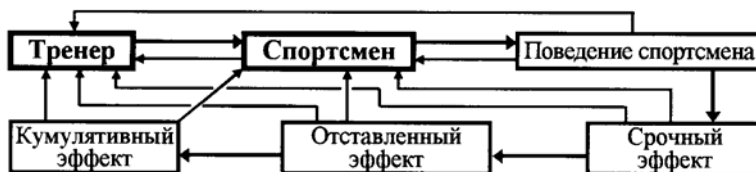


Рис. 1.4. Управление тренировочным эффектом. Жирными стрелками показаны пути информации прямой связи, тонкими – обратной

Приведенные на рис. 1.1–1.4 схемы поначалу могут показаться чрезмерно сложными, но если внимательно в них разобраться, слово «чрезмерно» окажется лишним. Тщательно продумав их содержание и структуру, можно правильно понять структуру тренировочного процесса, лучше, чем если обойтись словесным объяснением.

Следует заметить: в состав информации обратной связи, приходящей к тренеру, может входить также и информация о получении спортсменом информации (обстановочной, обратной связи), если он пытается управлять этим процессом, косвенно воздействовать на него. Двигательное поведение как спортсмена, так и тренера строится с непременным учетом сформированных ими ситуаций, субъективно

отражающих оперативное функциональное состояние спортсмена, его оперативные двигательные возможности, реальные условия, в которых проходит тренировочный процесс, весь ход жизни спортсмена. Естественно, чем лучше сформированная ситуация моделирует реальные условия, тем более целесообразным может быть поведение тренера и спортсмена. Конечно, ситуации, формируемые спортсменом и тренером, существенно различаются, поскольку различны их *деятельностные позиции* и получаемая информация, знания, подходы, логика, психическое состояние.

Информация обратной связи – не вся информация, собираемая человеком, а ее часть, отражающая *ход и результаты его действий*. Не относится к ней «*обстановочная афферентация*» (по П. К. Анохину) – информация об условиях, в которых производятся (должны производиться) действия, о не зависящем от активности субъекта развитии этих условий, об исходном состоянии субъекта активности: человека, группы людей.

Принцип управления с обратной связью – один из основных в кибернетике. Только полноценное функционирование каналов обратной связи, обеспечивающих прием, прохождение и нужное преобразование этой информации, позволяет осуществлять эффективное управление сколько-нибудь сложными системами.

Полезные сведения дают информативные показатели действия, среды, состояния. Наряду с ними существуют и неинформативные, которые нет надобности выявлять в процессе контроля. Конечно, не следует использовать недостоверную информацию, «принимать ее к руководству» – за исключением особых случаев.

В общем понятие *контроль за спортивной подготовкой* входят различные его частные разновидности. По охвату временных промежутков различают: 1) *оперативный* контроль (контроль над выполнением того или иного двигательного задания, над отдельной тренировкой, над целым тренировочным днем); 2) *текущий* контроль (контроль за частью тренировочного процесса, охватывающий значительный период, в котором решается определенная стратегическая задача или некоторая заметная ее часть); 3) *этапный* контроль (контроль за *результатами* этапа тренировочного процесса – подготовительного, соревновательного, годичного и т. п.). Эти разновидности контроля соответствуют разновидностям планов.

Различают контроль: 1) за соревновательной активностью, 2) за тренировочной активностью, 3) за нагрузкой, 4) за самочувствием и реабилитационными (восстановительными) компонентами спортивной подготовки, 5) за режимом жизнедеятельности, 6) за динамикой разных сторон подготовленности и др. Можно классифицировать контроль и по *сторонам подготовленности*: контроль за *физической (телесной), технической, тактической, психологической, теоретической* подготовленностью. Соответственно контроль за физической (телесной), технической, тактической, психологической и теоретической *подготовкой*. Возможны и другие классификации (не нужно думать, что какая-либо классификация бывает единственно возможной, единственно правильной: различных классификаций, и полных и полезных, может быть по крайней мере столько же, сколько может быть различных признаков, положенных в их основу).

Существует противоречие между *потребностью в получении возможно более полной информации и допустимыми затратами времени и усилий для ее получения*. Практически всегда приходится *оптимизировать* планируемые объем и точность информации с учетом *затрат времени и усилий, принимать компромиссные решения*.

1.2.2. Инструментальный и неинструментальный контроль

Деление контроля на инструментальный и неинструментальный в некоторой степени условно: 1) не всегда можно провести четкую границу между инструментальными и неинструментальными измерениями; 2) чаще всего в контроле неразрывно переплетаются инструментальные и неинструментальные методы и подходы; 3) завершение контроля – педагогически осмысленные выводы, без которых контроль теряет смысл, – осуществляются чаще неинструментальными методами, на качественном (содержательном) уровне. Упрощая, рассмотрим эти виды контроля как самостоятельные, обособленные.

Инструментальный контроль – контроль, основанный на данных инструментальных (приборных) измерений, т. е. в его основе лежит *количественная* информация в *числовой (цифровой)* или *графической* (аналоговой) форме. Инструментальный контроль, если он адекватен (соответствует) внешним и внутренним (состоянию спортсмена) условиям, целям и задачам, позволяет получить более *объективную и точную* информацию, чем неинструментальный.

Данные можно обрабатывать инструментальными и неинструментальными методами. На ЭВМ можно не только обрабатывать количественную информацию, но и при наличии соответствующей программы делать *качественные* педагогические выводы, завершающие контроль. И во всех случаях нужен *смысловой логический контроль* за получаемыми оценками.

Инструментальный контроль дает объективную информацию. Но!... Но при этом – и это необходимо иметь в виду:

- 1) его осуществление – помеха на тренировках и соревнованиях,
- 2) контроль требует затрат времени и специальных усилий,
- 3) измерительная аппаратура дорого стоит, требует квалифицированного обслуживания, ремонта, дефицитных запасных частей, расходных материалов, ее непросто приобрести. Поэтому инструментальный контроль (не считая самого простого: измерения секундометром, рулеткой) не проводят повседневно и в сборных командах страны, хотя там это забота специально подготовленных специалистов, а не тренеров. Его проводят в основном в процессе исследований.

В то же время инструментальные измерения «элитных» спортсменов позволяют получить модельные характеристики, служащие ориентирами для всех спортсменов вообще, помогающие сформировать цель подготовки и соответственно эту подготовку спланировать. В ходе тренировочного процесса желательно периодически проводить измерения, по данным которых можно судить о продвижении к этой цели, корректировать свою подготовку.

Качественные характеристики (признаки) непосредственно измерить нельзя, но можно косвенно, опосредованно выразить их в количественной форме, применяя *квалиметрические* методы, т. е. методы, позволяющие отобразить, представить качественные характеристики (признаки) в количественной форме. Их можно отобразить также и в качественной, содержательной, смысловой формах: словесно, рисунками, условными символами. Качественные характеристики спортсмена (команды) или их действий несут в себе педагогически значимое содержание. Их определение — главное в контроле за подготовленностью и подготовкой занимающихся.

Проведение инструментальных измерений и анализ их результатов – наиболее мощный способ объективизации наших представлений о биомеханическом содержании двигательной активности. Однако

этот способ по разным причинам (нет нужной аппаратуры, негде ее хранить, нет специалистов, нет расходуемых материалов и др.) не всегда применим, а часто хоть и применим, но требует неоправданно больших усилий и затрат времени, сопряжен с помехами для процесса тренировки (тем более – выступления на соревнованиях) самого измеряемого и других тренирующихся (соребнующихся). И не все факторы можно инструментально измерить: например, настроение спортсмена, выразительность и пластику его движений.

Поэтому в практике физической реабилитации, физического воспитания, спорта приходится пользоваться в основном *неинструментальными измерениями*. Они могут быть более или менее точными, что во многом зависит от умения оператора (человека, эти измерения производящего: тренера, товарища по тренировке, исследователя). Часто неинструментальные измерения позволяют обеспечить достаточную для практики точность, так что большая точность инструментальных измерений, всегда сопряженная с дополнительными трудностями, далеко не всегда дает ощутимое преимущество.

Неинструментальный контроль применяется гораздо шире, чем инструментальный. Если инструментальный контроль основан главным образом на восприятии достаточно точной количественной информации: параметров среды, состояния человека, системы движений (хотя нередко данные измерений в смысловом плане воспринимаются как качественная информация: «больше», «вправо», «слабее», «быстрее» и т. п.), то при неинструментальном используются в основном качественные характеристики, определяемые «на глаз».

Некоторые количественные данные тоже можно собирать без приборов и инструментов: количество упражнений, величину, интенсивность, меру специализированности нагрузки, количество тренировочных занятий, число удавшихся приемов и т. д., а также приблизительно – размеров, линейных или угловых перемещений, отклонений и скоростей, временных интервалов. Но основное преимущество качественного анализа в том, что можно получать информацию о самочувствии, утомлении, качестве, деталях и особенностях выполнения упражнений, эффективности действий, о тактических и технических действиях и др., а также педагогически осмысливать данные количественных измерений.

Как уже было отмечено, при неинструментальном контроле используют в основном *качественные* характеристики, определяемые

«на глаз» (впрочем, опыт позволяет и «на глаз» определять многие параметры с вполне удовлетворительной точностью). Сфера применения неинструментального контроля намного шире сферы инструментального контроля: она распространяется и на те характеристики спортсмена и тренировочного процесса, которые вообще не поддаются измерениям (психологические особенности, умения и навыки, самочувствие и поведение спортсмена, его техническая и тактическая подготовленность и подготовка и др.). В проведении неинструментального контроля спортсменов может наряду с тренером принимать участие в добывании информации для анализа, а в инструментальном – в подавляющем большинстве случаев спортсменов только *объект* измерений. При неинструментальном контроле также применяют компьютеры для анализа и синтеза вводимых в них данных визуальных наблюдений, опроса, словесных определений и др.

1.2.3. Компьютеризация контроля и управления

В последние годы все шире используют для фиксации, математической обработки (включая статистическую и графическую), для сопоставления результатов измерений персональные ЭВМ. Они просты в обращении, существенно экономят время, позволяют удобно хранить и легко воспроизводить информацию, по-разному группировать, перегруппировывать и отбирать данные и даже в некоторых отношениях оценивать тренировочный процесс. Компьютеры применяют и для совершенствования управления тренировочным процессом, для чего создают так называемые *банки данных* научного, методического и организационного характера, программы-«советчики» (от сравнительно простых, учитывающих 1–2 фактора, до *экспертных* программ, учитывающих много факторов и различных их сочетаний).

Персональные ЭВМ с каждым годом все совершеннее (возрастают быстродействие, оперативная и внешняя память, разрешающая способность монитора, повышаются возможности печатающих и графопостроительных устройств). Но еще важнее то, что все более совершенным и «широким по захвату» становится программное обеспечение. Это не только повышает и расширяет возможности применения ЭВМ, но и облегчает, упрощает *пользование* ими.

Тренировочный процесс – сложная система, в которой действует множество различных по характеру и силе факторов и еще неизмери-

мо большее число различных сочетаний этих факторов. Объять все это многообразие, учесть его, уверенно сделать разумные выводы и принять эффективные решения часто не может даже высококвалифицированный специалист – тем более за ограниченное время. В этом может помочь ЭВМ, оснащенная хорошими программами, опирающимися на системы принципов и правил, разработанных и сформулированных высококвалифицированными специалистами-экспертами. А в сравнительно недалекой перспективе разработка и внедрение самосовершенствующихся и самоадаптирующихся программ. Но никакой компьютер не может заменить тренера, поскольку у компьютера нет интуиции, и вообще всё в программу не заложишь.

1.2.4. Количественные и качественные характеристики

Характеристики состояния человека, его *моторности* как совокупности двигательных возможностей (термин «моторика» в этом значении некорректен – см. гл. 3), систем движений, психических возможностей, знаний и умений могут быть выражены числами (количественно) и содержательно, понятийно (качественно). Количественно можно выразить скорость бега, продолжительность выполнения отдельных движений или всего двигательного задания, дальность полета спортивного снаряда, размеры тела и его температуру, электрический потенциал рефлексогенной точки, время сенсомоторной («чувственно-двигательной») реакции и т. д. Количественно могут быть выражены и качественные по своей сути характеристики. Можно количественно выразить качество выполнения технически сложного действия, его трудность, красоту телосложения (в баллах), уровень эмоционального напряжения или память (в условных единицах) и др. (это осуществляют методами *квалиметрии* – см. гл. 7).

Но можно и *качественно* выразить не только качественные, но и количественные по своей сути характеристики. Например: «международный уровень» результата в беге, «близкий к мировому рекорду» результат штангиста, «быстрый» разбег, «идеальное» исполнение прыжка в 3 оборота, «недостаточное разнообразие» технического арсенала спортсмена, «высокий темп» бега и др. Качественное выражение характеристики может быть дано и описательно, более развернуто: одним или даже несколькими предложениями.

Но это о количественном и качественном *выражении* характеристик. Есть и другая сторона вопроса: *количественная или качественная сущность* самих характеристик. Продолжительность (временной интервал), расстояние (дальность, длина, высота), сила, скорость, ускорение, импульс силы, кинетический момент, энергия, повторность (количество повторов), надежность и т. п. – количественные характеристики, тогда как самочувствие, техническое мастерство, трудность, экспрессивность, легкость движений, законченность движений, травмоопасность и др. – качественные характеристики.

Оценивание качественных характеристик (признаков) в большей мере подвержено субъективным ошибкам и искажениям, чем оценивание количественных характеристик (признаков).

Другая классификация характеристик (признаков): они *непрерывные (аналоговые)* – если могут принимать любое значение в возможном для них диапазоне (время пробегания дистанции, длина прыжка, масса тела). Их можно измерить с любой доступной точностью. Но характеристики бывают и *прерывистыми (дискретными)* – если они могут иметь лишь определенные *разрешенные* значения (промежуточные «запретны»: например, засчитываемый результат штангиста в двоеборье кратен 2,5 кг, количество повторов в подтягивании – только целое число и т. п.). Конечно, ограничения в доступной или принятой точности измерений делают измеренные количественные характеристики на каком-то уровне дискретными, т. е. точностные ограничения «дискретизируют» их. Однако при большинстве видов графической записи их непрерывность сохраняется.

1.2.5. Контрольные измерения и упражнения, тестирование

Если поставлена задача получить такие данные измерений или наблюдения, которые можно сравнивать с другими, полученными на том же или на других испытуемых, мы проводим *тестирование*.

Тестирование – основа современного контроля за состоянием и подготовкой физкультурников и спортсменов. Важно подобрать подходящие тесты и правильно организовать тестирование. Тестирование – это целенаправленный опыт, проба, испытание, измерения для получения нужных сведений об исследуемом объекте (его состоянии, функциональных проявлениях). В физическом воспитании и спорте объект – это чаще всего человек.

Тест – задание, в достаточной мере регламентированная четкая схема, в соответствии с которой проводится *тестирование* (т.е. тест как схема реализуется тестированием).

В соответствии с потребностями и возможностями подбирают измерительную аппаратуру. Но существуют тесты, специальной аппаратуры не требующие, что сберегает силы и время. Это могут быть двигательные задания, обусловленные и регламентированные для нужд контроля. Их выполнение должно давать достаточно объективизированную и поддающуюся сравнительному анализу информацию об объекте (о состоянии спортсмена, его двигательной активности и подготовленности). Это могут быть и биологические процедуры, и умственные задания (психологические тесты, тесты для оценивания тактической или теоретической подготовленности).

Поэтому такое испытание *должно отвечать некоторому набору критериев, требований*, выполнение которых позволяет утверждать, что действительно имеет место тестирование. Требования предъявляют как к тестам, так и к тестированию. Объективизация полученных в результате пробы, измерения, испытания данных позволяет проводить обоснованный сравнительный анализ их результатов, разумно их оценивать, формировать достоверные педагогические выводы.

Тестирование требует затрат времени, внимания, специальных затрат, подчас немалых. Однако это важнейшее средство объективизации контроля за подготовленностью и подготовкой занимающихся. Повышению эффективности тестирования способствует распространение компьютеров, которые позволяют легко и оперативно обрабатывать материалы тестирования, хранить их, быстро отыскивать нужные сведения, проводить сравнения между данными тестирования, а также между ними и модельными характеристиками.

В физическом воспитании и спорте тестирование широко применяется не только с целью повышения эффективности контроля за подготовленностью и подготовкой занимающихся. Тестирование используют как важное средство при проведении исследований в тех разделах различных наук, которые «работают» на теорию и практику физического воспитания и спорта, а также в рамках теории физического воспитания и спорта — для углубления понимания тех или иных процессов и факторов, влияющих на ход и результаты тренировки, физи-

ческой реабилитации, для совершенствования методики подготовки спортсменов и физкультурников. Обобщая, можно назвать это исследованиями в области спортивной кинезиологии (науки, синтезирующей всё относящееся к спортивной двигательной активности человека или животных).

Есть все основания полагать, что в физической (телесной) культуре, физическом воспитании, в спорте тестирование со временем ляжет в основу контроля за процессом и результатами подготовки как источник информации обратной связи для участников процесса.

1.2.6. Педагогическое оценивание как средство подготовки

Педагогическое оценивание – процесс формирования («выведения», «присвоения») *педагогических оценок*, т. е. оценок, имеющих педагогическую направленность и значимость.

Педагогическая оценка – унифицированная мера качества рассматриваемых сторон состояния человека, его особенностей, задатков и способностей, успеха в выполнении полученного задания (в физическом воспитании и подавляющем большинстве видов спорта подразумеваются двигательные свойства). Она результат педагогического оценивания.

Спортивное педагогическое оценивание – функция не только спортивного педагога (преподавателя, тренера, инструктора), но и самих занимающихся: они оценивают как свои свойства и двигательную активность (*автооценивание*), так и свойства и двигательную активность товарищей по тренировке. Кроме того, педагогическое оценивание – неотъемлемая функция зрителей на соревнованиях: не оценивая, они мало что поймут из происходящего. Но процессы оценивания и оценки у разных позиционеров ситуации (лиц, у которых та или иная роль в развитии ситуации) при этом различны.

Конечно, *деятельностная (ролевая)* позиция человека во многом направляет оценивание им себя и других *позиционеров*. Позиционером в деятельности, тем более в совместной деятельности той или иной совокупности людей, является каждый человек. Его позиция (в рассматриваемом нами смысле, если говорить об абстрактной схеме распределения ролей в анализируемом процессе) во многом определяется той ролью, в которой он выступает в данном фрагменте деятельности. Но при таком рассмотрении не принимаются во внимание

индивидуальные особенности и не заложенные в данной схеме интересы человека. Это, как теперь принято выражаться, как бы виртуальная, не настоящая, а воображаемая действительность. В ряде случаев такая усредненная картина достаточна.

Однако необходимо иметь в виду, что реальность часто вносит существенные коррективы. Позиционер деятельности может не владеть эффективной методикой оценивания, может иметь свои пристрастия и предубеждения. Отсюда различного рода ошибки в оценивании. Уровень организации процесса оценивания (а значит, и качество формируемых оценок) может быть разным. Так, простое, специально не регламентированное визуальное наблюдение и тщательное тестирование дают различные по качеству (точности, глубине, достоверности, количеству отображенных факторов) материалы для формирования деятельности оценок. Различны процессы оценивания количественных и качественных характеристик, различны и подходы к оцениванию на их основе. Оценивание субъектом производится к тому же всегда с учетом цели задачи и особенностей ее решения.

1.3. Спортивная метрология как теоретическая, прикладная и учебная дисциплина

1.3.1. Метод, предмет, объект, основные задачи спортивной метрологии, ее роль

Спортивная метрология – молодая дисциплина, она переживает период быстрого становления и развития. Следует различать спортивную метрологию как теоретическую дисциплину, как методический компонент спортивной педагогики и как учебную дисциплину. В рамках каждой из этих областей нужно рассматривать свойственный ей круг вопросов, решать соответствующие задачи, использовать адекватные методы и приемы.

Круг вопросов, подлежащих рассмотрению в спортивной метрологии как научной дисциплине, очень широк, поскольку физическое воспитание и спортивная подготовка опираются на ряд других научных и прикладных дисциплин: на теорию физического воспитания, теорию спорта, теории и методики видов спорта, педагогику, психологию, логику, эвристику, кибернетику, медицину, физиологию, биомеханику, теорию спортивных сооружений, математическую статистику.

стику. Помимо системной интеграции положений разных дисциплин, всегда связанной с появлением новых научных знаний и проблем, возникают и свои особые научные задачи, которые нужно решать специфическими методами спортивной метрологии.

Спортивная метрология как прикладная дисциплина (методический компонент спортивной педагогики) формируется в соответствии с теми требованиями практики физического (телесного) воспитания и спорта, которые насущны для настоящего их состояния, для состояния теории и методики видов спорта, материально-технической обеспеченности и материальных возможностей, подготовленности преподавателей, тренеров, вспомогательного персонала. Задачи, решаемые в спортивно-метрологической практике: 1) обеспечение качества измерений, 2) обеспечение адекватного тестирования и педагогически целесообразного оценивания, 3) формирование адекватных различным ситуациям норм, 4) научное и методическое обеспечение контроля за подготовкой занимающихся и их отбора.

Учебная дисциплина «Спортивная метрология» должна: 1) отражать современное состояние, а значит, достижения спортивной метрологии как науки; 2) отражать потребности и реальные возможности физкультурно-спортивной практики в использовании тех или иных метрологических средств; 3) учитывать профессиональные (а также в некоторой степени и непрофессиональные) интересы занимающихся и их особенности применительно к освоению материала курса; 4) ориентироваться на объем в часах, выделенный в учебном плане на преподавание этой дисциплины, и материально-техническую обеспеченность процесса преподавания.

В настоящее время в физкультурных вузах преподаются лишь общие основы спортивной метрологии как теоретической и как прикладной дисциплин, а на многих факультетах физического воспитания университетов и педагогических вузов дисциплина «Спортивная метрология» в учебных планах вообще не представлена. Количество выделяемых на прохождение материала аудиторных занятий невелико, что заставляет ограничиваться преподаванием лишь самых общих основ этой дисциплины, притом часто без подкрепления формированием практических умений в области контроля за различными сторонами подготовки занимающихся. Тем более важно овладеть теми основными теоретическими положениями и подходами, которые студент может получить в вузе.

Профессиональная и общеобразовательная (в том числе мировоззренческая) важность преподаваемого материала требует от студентов серьезного отношения к работе по освоению курса и их сосредоточенной самостоятельной работы. Все большая доступность видеотехники и компьютеров требует приобретения необходимых умений. При этом не следует забывать про обязательную для студентов самостоятельную работу с книгой.

В завершение следует сделать важное замечание: в подавляющем большинстве специалисты, работающие в сфере физического (двигательного) воспитания и спорта совершенно недостаточно осведомлены в области теории (да и практики) спортивной метрологии. В результате знания из этой области непопулярны и большинству представляются несущественными для физкультурно-спортивной практики и соответственно для профессиональной и общей подготовки специалистов по физическому воспитанию и спорту. Порочный круг замыкается. От этого практика немало теряет.

Освоение теоретической базы спортивной метрологии не только значительно повышает профессиональные возможности специалиста в названной области, но и существенно повышает уровень профессионального мировоззрения. И общего мировоззрения тоже, что для любого специалиста немаловажно. Так что для работы в других областях освоение материала дисциплины «Спортивная метрология» далеко не бесполезно. Конечно, освоение предлагаемого в настоящем курсе обширного нового для студентов понятийного аппарата требует серьезного отношения и усилий.

1.3.2. Использование средств, методов и данных спортивной метрологии в практике

Современное физическое воспитание и тем более спорт нуждаются в квалифицированном контроле над процессом подготовки с использованием современных научных подходов, представлений и средств получения нужной информации. Поэтому предлагаемые спортивной метрологией средства, методы, методики и имеющиеся данные о характеристиках занимающихся, их функций и двигательных возможностей и способностей должны быть внедрены в практику и постепенно внедряются: длительный период застоя в нашей стране, можно считать, закончился и начался период внедрения науки в практику.

Конечно, научные методы и средства контроля применяются в первую очередь в сборных командах России так называемыми комплексными научными группами (КНГ). В 90-е годы они почти во всех федерациях прекратили свое существование, но в 2003–2004 гг. были воссозданы. За последние 2 десятка лет технические возможности исследований в спорте значительно выросли, мы отстали и выступаем в роли догоняющих. Современное исследовательское оборудование приходится закупать за рубежом, и стоит оно очень дорого. Однако постепенно оснащение КНГ улучшается, что позволит в ближайшие годы не только обследовать членов сборных команд, но и проводить фундаментальные исследования, а значит, резко поднять уровень контроля за подготовкой спортсменов. Как говорится, не следует наливать молодое вино в старые меха: они порвутся и вино не сохранится. Так и новые («молодые») научные методы и методики неприменимы на базе старого, примитивного оборудования.

Поскольку КНГ работают с членами сборных команд лишь периодически, необходимо постепенно вооружить современными методиками контроля и тренерский состав сборных команд России, а затем и юношеское звено подготовки в спорте высших достижений. Только затем современные методы и методики станут доступны массовому спорту и физическому воспитанию и будут востребованы ими. А в этот переходный период следует использовать сравнительно легкодоступные методики.

Наиболее доступны психологические, психофизиологические и физиологические методики обследования и психологической тренировки: тестирование психических черт и функций, сенсорики, разных видов работоспособности, а также определение спортивных двигательных возможностей специально отобранными двигательными заданиями, достаточно регламентированными, чтобы можно было применять их как тесты. Значительно большие требования к аппаратуре и познаниям специалистов предъявляют обследование и исследование технической и тактической подготовленности и подготовки – тем более, что фундаментальные представления в этих областях требуют серьезного обновления. Можно полагать, серьезные шаги в нужном направлении поможет сделать становление новой научной дисциплины «Спортивная кинезиология», представляющей собой сегодня пока лишь некий симбиоз ряда разделов разных наук, так или иначе относящихся к пониманию двигательной активности, но в дальнейшем эта наука должна органично интегрировать эти разделы.

Основные понятия

Адекватный	Неинструментальный	Программа тренировочного процесса
Аналоговый	контроль	Ситуация двигательной подготовки
Вероятность	Обстановочная информация (афферентация)	Состав системы
Вероятностный подход	Оперативное состояние	Спортивная метрология
Двигательная обратная связь	Оперативный контроль	Срочный эффект
Двигательная подготовка	Отставленный эффект	Структура системы
Детерминистский подход	Педагогическая оценка	Текущее состояние спортсмена
Дискретный	Педагогическое оценивание	Текущий контроль
Инструментальный контроль	Планирование подготовки (тренировки)	Тест
Информация обратной связи	Подготовка, ее стороны	Тестирование
Кумулятивный эффект	Подготовленность	Тренировка
Модель	Управление системой	Элементы системы
Тренировочное воздействие	Фоновая информация	Этапный контроль
Тренирующее воздействие	Цель двигательной подготовки	Этап тренировки (подготовки)
Моторность	Подсистема	

Контрольные вопросы

1. Что такое спортивная подготовка, ее стороны, цель и ситуация?
2. Что такое модель? Что такое управление? Тренировочные воздействия? Тренирующие воздействия? Что такое тренировка?
3. Что такое срочный, отставленный и кумулятивный эффекты тренировочных упражнений, тренировочной нагрузки?
4. Что такое система, ее состав и структура, подсистемы, системные («новые») свойства?
5. Какая связь сильнее: между элементами одной или разных подсистем? Между подсистемами или элементами одной подсистемы?
6. Что такое план и программа тренировочного занятия, цикла?
7. Что такое система, ее состав и структура, подсистемы?
8. Что такое обстановочная информация, обратная связь и информация обратной связи? Что такое фоновая информация?
9. Что такое ситуация? Всё ли понятно в схемах на рис. 1–4?

10. Что такое срочный, отставленный, кумулятивный эффекты на-
грузки?
11. Каковы виды и разновидности контроля, 5 сторон подготовки?
12. Что такое количественные и качественные характеристики?
13. Что представляют собой инструментальный и неинструменталь-
ный виды измерений и контроля? В чем их достоинства и недостатки?
14. Что такое количественные и качественные характеристики и
оценки?
15. Что такое аналоговые (непрерывные) и дискретные характеристики?
16. Что такое тесты и тестирование, их место в контроле за подго-
товкой?
17. Что такое педагогические оценки и оценивание?
18. Каково содержание спортивной метрологии, почему эта дисцип-
лина так называется? Зачем нужны знания из области этой дисциплины?

Рекомендуемая литература

1. Зациорский, В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. За-
циорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979.
2. Спортивная метрология : учебник для ин-тов физ. культуры /
под общ. ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982.
3. Годик, М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физ-
культура и спорт, 1988.
4. Коренберг, В. Б. Учебный словарь-справочник по спортивной
метрологии / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.
5. Смирнов, Ю. И. Спортивная метрология / Ю. И. Смирнов,
М. М. Полевщиков. – М. : АCADEMA, 2000.
6. Коренберг, В. Б. Лекции по спортивной метрологии : лекции 1 и
2 / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 2001.
7. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. /
В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.
8. Коренберг, В. Б. Основы спортивной кинезиологии / В. Б. Ко-
ренберг. – М. : Сов. спорт, 2005.
9. Губа, В. П. Измерения и вычисления в спортивно-
педагогической практике / Губа В. П. [и др.] – М. : Физкультура и
спорт, 2006.

Глава 2 .ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ОЦЕНОЧНЫЕ ПОДХОДЫ, ИЗМЕРЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И СПОРТЕ

2.1. Технические средства в двигательной подготовке

2.1.1. Оборудование, инвентарь, аппаратура

Материально-техническое обеспечение – важный фактор физического воспитания и спортивной подготовки, во многом определяющий ее эффективность, а также безопасность занимающихся. Состояние оборудования, инвентаря и аппаратуры необходимо периодически проверять и поддерживать – это задача их *метрологического обеспечения*.

Метрологическое обеспечение в физическом воспитании и спорте должно способствовать совершенствованию подготовки занимающихся, оно, в частности, направлено на контроль за адекватностью и качеством оборудования мест занятий и используемого инвентаря. В метрологическом аспекте это значит, что они должны соответствовать требованиям ГОСТа, правилам соревнований и другим нормативным документам, быть успешно применимыми и применяться в соответствии со своим назначением, отвечать требованиям безопасности. Нужно стараться сохранить такое их состояние.

Ответственные конструктивные детали спортивного оборудования и инвентаря проверяют на прочность, эластичность, упругость, износоустойчивость, проверяют их реагирование на определенную граничную величину силового воздействия.

Все шире применяют в тренировочном процессе видео- и компьютерную технику. Можно надеяться, для нужд физического воспитания и спорта будут выпускать недорогие видеокамеры и видеоманитофоны с достаточно высокой и регулируемой частотой кадров: 25 кадров секунду – слишком мало для фиксации быстрых движений, нужна частота 100–200 кадров в секунду, чтобы не «пропадали» важные для анализа системы движений детали. Более доступной становится цифровая видеотехника, позволяющая непосредственно выводить видеоряд на компьютер, где его можно анализировать, преобразовывать,

вообще манипулировать им. Существуют компьютерные платы, позволяющие отцифровывать видеоматериалы (проследивать координаты референтных точек, отмеченных на теле), производя затем автоматические вычисления по специальным программам. Такие системы скоро станут доступными и в связи с возрастающим быстродействием компьютеров будут оперативно работать.

Применяемая сегодня в исследованиях измерительная аппаратура в подавляющем большинстве случаев не приспособлена к использованию ее в тренировочном процессе для нужд повседневного контроля. Она должна быть серьезно модернизирована, миниатюризована и удешевлена – и только в таком случае может найти широкое применение в практике физического воспитания и спорта. Однако можно не сомневаться, что в обозримом будущем этого рода техника станет совершеннее и «процесс пойдет».

Информационная аппаратура очень нужна на соревнованиях, но весьма полезна и на тренировке. Помимо звуковых (аудио-) систем (микрофонов с усилителями, динамиков, магнитофонов) нужны видео- и аудиовизуальные системы: телевизионные системы, световые табло (экраны), проекторы, позволяющие создавать изображения на достаточно большом экране и др. Наверное, еще рано отказываться и от диапроекторов и киноаппаратуры. На больших соревнованиях и на тренировках, проходящих со значительным удалением участников, нужны радиотелефонная связь и телеметрические системы (информация с датчиков и сенсорных устройств передается на расстояние, воспринимается и обрабатывается приемной установкой).

Информационные технологии должны внедряться повсюду.

2.1.2. Метрологическое обеспечение измерений, обработки и оценивания их данных

Метрологическое обеспечение исследований в физическом воспитании и спорте существенно отличается от метрологического обеспечения в других областях науки и в промышленной технике, поскольку принципиально различны решаемые с ее помощью задачи и требования к нему.

*Подготовка занимающихся в системе физического воспитания и спорта, а также получение результатов научных исследований в этой области рассматриваются как **производство некоторого продукта**, и метрологическое обеспечение этих процессов пресле-*

дует цель повысить их качество и тем самым качество продукта. Для этого: 1) устанавливают требования к свойствам мест занятий, инвентаря, оборудования, экипировки занимающихся; к технологии подготовки; к технологии планирования подготовленности и подготовки занимающихся и контроля над ними, а в связи с этим – к свойствам измерительной аппаратуры и технологии ее применения; 2) проводится контроль над соответствием всего перечисленного предъявляемым требованиям; 3) осуществляется контроль за обработкой и оценением полученных данных.

Метрологическое обеспечение научных исследований заключается: 1) в проверке измерительной аппаратуры на ее адекватность (хорошее соответствие) решаемой задаче исследования и на точность и стабильность ее функционирования, 2) в контроле за соблюдением правил ее хранения и использования, 3) в контроле за подбором изучаемых объектов, 4) в обеспечении адекватной организации исследований, 5) в адекватности подбора тестов и процедуры тестирования, 6) в контроле за технологией обработки полученных материалов измерений и наблюдений и формированием соответствующих оценок и выводов. Из этих разделов лишь первый опирается на существующие ГОСТы, инструкции государственных метрологических организаций.

Метрологическое обеспечение процесса тренировки состоит: 1) в таком же, как упомянуто выше, контроле за измерительной аппаратурой, 2) в контроле за соответствием действующим нормативам мест занятий, оборудования, инвентаря, 3) в организации тестового контроля за всеми сторонами (функциональной, технической, тактической, психологической, теоретической) подготовленности занимающихся, 4) в контроле за соответствием методики тренировки современным научным представлениям, 5) в составлении спортивного календаря, 6) в контроле за проведением отбора занимающихся.

Метрологический контроль за обработкой данных измерений, наблюдений, экспертизы должен обеспечить соответствие методов обработки материала его содержательной и формальной сторонам. Так, следует применять те статистические процедуры и квалиметрические методы, которые соответствуют характеру собранного или собираемого материала, иначе можно прийти к неверным выводам.

Нужен метрологический контроль и за процедурами оценивания: нужны обоснованные критерии, нормы, шкалы оценивания.

Метрологическое обеспечение подготовки и переподготовки преподавателей физического воспитания и тренеров, а также судей по спорту проявляется в форме государственной системы специального образования и переподготовки кадров, учебно-методических объединений, семинаров и совещаний, посвященных профессиональным вопросам, в том числе вопросам метрологического обеспечения подготовки, разработке и изданию ГОСТов, образовательных стандартов, норм, нормативных указаний, инструкций и методических рекомендаций, специальной научной и методической литературы.

2.2. Оценочные подходы в спортивной метрологии

2.2.1. Количественный и качественный подходы в анализе.

Квалиметрия

Уже более полувека все большее распространение получает мнение, сущность которого в том, что только количественный подход к изучению и оцениванию явлений и процессов, к их анализу имеет право называться научным, более того — единственно достойным серьезного отношения как в теории, так и в практике физического воспитания и спорта. В обоснование этой позиции приводят множество убедительных доводов, высказываний знаменитых людей, фактов исправления серьезных научных ошибок благодаря применению количественного подхода.

Все это так, но имеются и существенные возражения против безраздельного господства количественного подхода в анализе.

Первое: сегодня и в обозримом будущем практически невозможно с нужной точностью измерить и количественно представить все интересующие нас характеристики тела человека и его движений. А ряд важнейших характеристик вообще не поддается измерениям, их в лучшем случае можно качественными методами условно отобразить количественно.

Второе: соответствующая измерительная аппаратура часто недоступна по цене, для ее обслуживания нужны технические специалисты, она требует определенных условий для ее хранения.

Третье: измерения (установка и отладка аппаратуры, процесс измерений, обработка полученных материалов, переноска аппаратуры и ее хранения) требуют затрат тренировочного и другого времени.

Четвертое: установленная измерительная аппаратура нередко мешает тренировке занимающихся, непосредственно не занятых измерениями; тренер отвлечен измерениями; вообще, процесс измерений основательно нарушает процесс тренировочного занятия.

Пятое: любые количественные данные сами по себе лишены педагогического смысла до тех пор, пока они не будут дополнительно обработаны содержательно, т. е. необходим качественный подход в завершение обработки полученных количественных данных.

Выходит, качественный подход в анализе процессов и явлений не только имеет право на жизнь, он просто необходим наравне и в координации с количественным подходом. Достаточно вспомнить, что основные характеристики технической, а тем более тактической, психологической, теоретической подготовленности, эстетико-выразительной стороны хореографической подготовленности без качественного их анализа вообще неопределимы. Нельзя количественными методами оценить педагогическое мастерство в ряде видов спорта, ход подготовки спортсмена с учетом его личностных особенностей.

Смешанный подход – применение *квалиметрических методов* – часто весьма эффективен (*квалиметрия* – совокупность методов, способов, приемов количественного представления качественных характеристик рассматриваемых объектов). Квалиметрические методы оценивания широко представлены во многих областях науки, техники, общественной жизни. В физическом воспитании и спорте они тоже нередко помогают прояснить и упорядочить немало процессов и явлений. Основу квалиметрии составляют разные виды и формы методов опроса, *ранжирования, экспертизы и квалиметрического древа* (в основе их всех лежит метод экспертизы, но использование их различно). Квалиметрические методы анализа и оценивания в физическом воспитании и спорте в высшей степени перспективны, они заслуживают широкого распространения, причем не только в исследованиях: они очень информативны и практичны во всех видах контроля за подготовленностью и подготовкой занимающихся, ходом их физической реабилитации, в изучении их интересов, личностных характеристик, межличностных отношений в группе.

Эффективность применения качественного подхода в анализе двигательной активности в очень высокой степени зависит от глубины, разносторонности и научной достоверности практических и теорети-

ческих познаний анализирующего, а также от его логических и интуитивных возможностей. Уровень владения качественным анализом в своей области – одна из главных характеристик мастерства тренера по спорту или преподавателя физического воспитания.

2.2.2. Вероятность явлений, процессов, значений параметров

В жизни страны, отдельного человека, в спорте вообще и в каждой отдельной тренировке все события не предопределены предшествующими событиями и совокупностью действующих факторов жестко, однозначно. Тем более не предопределены той частью событий и факторов, которую мы считаем существенной, и потому только и принимаем во внимание. Чем больше их роль в развитии событий, чем с большим знанием дела они учтены, тем больше вероятность предугадать события, ситуации, развитие процесса. Здесь помогают опыт и интуиция, аналогии и готовые «рецепты» (основанные на своем или чужом опыте).

Но каким бы квалифицированным ни был прогноз, всегда есть та или иная вероятность как того, что некоторые обстоятельства возникнут, так и того, что они не возникнут или возникнут в неожиданный момент. Приходится оценивать и сравнивать вероятности возникновения различных коллизий. Например, при бросании «правильной» монеты равновероятно ее падение той или иной стороной, и потому при многократном бросании выпадает примерно одинаковое (это наиболее вероятно) число «гербов» и «решеток». Но если монета погнута («неправильная»), вероятность падения ее кверху одной из сторон больше. Как следствие, при многократном бросании чаще будет выпадать эта «более вероятная» сторона. Другой пример: вероятность попадания мячом в кольцо с места штрафного броска у баскетболиста-мастера больше, чем у новичка. При каждом броске мы почти уверены в успехе мастера спорта и сомневаемся в успехе новичка. И при многократном бросании процент попаданий у мастера спорта, скорее всего, будет намного выше. Вероятность удачного выполнения хорошо освоенного приема больше, чем плохо освоенного.

Вероятность события – количественная мера возможности и частоты появления ожидаемого случайного события при определенных повторяющихся бесконечное число раз условиях. Определяется отношением ожидаемого числа таких появлений к общему числу проб. Обозначается в долях единицы.

Умение правильно оценить вероятность возникновения той или иной ситуации, успешности тех или иных действий, того или иного их исхода – важная способность человека, важная как в быту, так и в профессиональной деятельности, в том числе спортивной – это относится к спортсменам и еще больше к тренерам.

В математике имеется раздел – теория вероятностей. На теоремах теории вероятностей основана математическая статистика (ее элементарные основы изложены в гл. 5 – 7). Статистический (или вероятностный) подход нужен при анализе, оценивании и прогнозировании в физическом воспитании и спорте. Вероятность конкретного события человек определяет, конечно, лишь весьма приблизительно, близость предполагаемого значения вероятности к действительному ее значению зависит от информированности этого человека и его умения оценивать вероятность на основе имеющейся информации. Поэтому информированность (не всегда зависящая от человека) и способность составлять приблизительно верное представление о вероятности интересующих событий как индивидуальное свойство человека очень важны для эффективности любой деятельности.

В тех случаях, когда вероятность какого-либо события очень велика, нам проще считать, что оно наверняка произойдет, если же вероятность его чрезвычайно низка – считать, что оно невозможно. Да, так считать проще и легче, легче принимать решения. Но все же полезно понимать, что иногда и почти невероятное случается, и то, что мы считали неминуемым, не происходит.

Нередко можно услышать такого рода утверждение: «если бы не вот это обстоятельство, то было бы вот так...»; или: «как только загорится зеленый на светофоре – можно безбоязненно переходить улицу». Это примеры детерминистского мышления, *детерминистского подхода* к оценке развития условий, явления, процесса: если произошло событие А (либо если сформировались условия А), то непременно (обязательно!) произойдет вполне определенное событие Б (либо сформируются заранее известные условия Б). Детерминистский подход подразумевает *полную определенность и однозначность* связи между явлениями, событиями, ситуациями.

В отличие от детерминистского, *вероятностный* подход предполагает ту или иную степень неопределенности связи реальных усло-

вий, явлений, процессов, событий, исходов с известными нам их предпосылками, причинами. Это может быть *неопределенно-вероятностный* подход: мы не знаем, какой исход более вероятен. Однако чаще используют *количественно-вероятностный* подход: перед нами не просто неопределенность, мы предполагаем некоторое, пусть даже весьма приблизительно известное *распределение вероятностей* разных возможных конкретных обстоятельств, явлений, событий, исходов.

Например, шагая на зеленый свет светофора, всегда нужно иметь в виду: пьяный или зазевавшийся шофер может ведь и задавить – вероятность этого невелика, но она есть, и совсем пренебрегать ею неразумно. Вероятность события, исхода, результата можно оценить грубо, ограничиваясь качественной оценкой, либо количественно, но приблизительно, неточно, либо количественно точно – в долях единицы (0,3; 0,72 и т. п.) или в процентах (30 %, 72 % и т. п.). Сумма вероятностей всех возможных исходов равна 1 (100 %). Количественно-вероятностный подход можно применять, только сначала тщательно изучив (желательно с использованием методов математической статистики) условия, явление, процесс в соответствующем аспекте.

Тренер, если он хочет объективно оценивать ситуации и принимать эффективные решения, должен быть приверженцем вероятностного подхода. Хотя и не пренебрегать во многих случаях, чтобы упростить принятие решения, детерминистским подходом как разумной идеализацией. Например, если вероятность определенного исхода очень велика, близка к единице (к 100 %) или мала, близка к нулю, а также в условиях, в которых вероятность одного из исходов много больше, чем вероятность всех остальных.

Любое обследование должно получить свое завершение выводением оценки его объекта в соответствии с полученными данными. Оценивание производится с использованием как вероятностного, так и детерминистского подходов, оценки могут быть количественными, качественными и даже смешанными. Педагогическое оценивание в спорте – ответственный и совсем непростой процесс, для его осуществления необходимы как опыт и знания, так и определение (выбор) ряда исходных позиций (об этом в гл. 8). В спорте обычно пользуются неточным определением вероятности: слишком многие факторы остаются неучтенными, что снижает предсказуемость конкретных со-

бытий, а исследования, необходимые для более точного определения, слишком громоздки. Часто спасает интуиция – способность делать выводы на основе неполной информации, используя свой опыт для рассуждений по аналогии и образные представления, подсознательные убеждения и ассоциации. Интуиции нельзя слишком доверять, но и не следует её пренебрегать, она может выручить.

2.2.3. Применение статистики в двигательной подготовке

Вероятностный подход лежит в основе применения преподавателем или тренером математической статистики. Характер и возможности статистической обработки данных зависят от формы, в которой они представлены, в частности – от типа шкалы измерений (от того, равномерная шкала или неравномерная, то есть, имеем мы дело с физическими величинами или с какими-то условными), в которой они были получены (измерением, определением другим способом).

Статистические процедуры позволяют определить степень и характер зависимости между интересующими нас факторами (например, между ростом спортсмена и частотой его шагов в беге на ту или иную дистанцию), выявить, принципиально ли различие между однородными совокупностями данных о процессах, явлениях, событиях, спортсменах, проверить достоверность различий между свойствами групп занимающихся и др. Если тренер хочет серьезно проанализировать результаты контрольных упражнений, тестов, соревнований, конкретного этапа тренировочного процесса, новой методики по сравнению с общепринятой – нужно прибегнуть к *аналитической* статистике. Ее использование резко повышает вероятность достоверности аналитических выводов и справедливости прогнозов.

Управление тренировочным процессом группы спортсменов требует обобщения контрольной информации, для чего нужно прибегнуть к статистическим процедурам: это позволяет объективизировать выводы, лучше построить тренировочный процесс группы спортсменов и каждого из них, повысить эффективность отбора.

Всё это методы *математической* статистики, их применение позволяет составлять обоснованные таблицы норм, нормативных требований и характеристик, средних показателей. На ЭВМ можно без больших затрат труда производить статистическую обработку полученных данных измерений, наблюдений, опроса и анкетирования,

осуществлять обобщение и анализ результатов соревнований и контрольных упражнений, тестирования. Широкое применение должна найти статистика и в психологических изысканиях, и в организованной работе с физкультурниками, в сфере лечебной физкультуры, в области менеджмента. Статистика позволяет производить сравнения между контингентами, различающимися по возрасту, полу, территориально, профессионально и т. д. Но, проводя статистическую обработку полученных данных, необходимо правильно применять статистические процедуры, знать ограничения на их применение.

Описательная статистика также полезна: она позволяет составить более четкое представление о рассматриваемых совокупностях объектов и о некоторых соотношениях между ними.

2.3. Основы теории измерений

2.3.1. Методы и методики измерений

Методами называют основные способы измерений, исследований, опирающиеся на определенный вид условий их осуществления и (или) естественнонаучных закономерностей (например полевой, лабораторный; соревновательный, игровой; механический, электрический, магнитный; динамометрический, спидометрический, акселерометрический методы).

Методики измерений — это алгоритмические системы операций с использованием определенных технических устройств, приборов, установок, позволяющих эти системные операции успешно реализовать.

В методике могут быть представлены разные методы измерений, одни и те же методы могут содержаться в разных методиках.

Лабораторный и полевой методы. Обследования с целью контроля и исследования можно проводить в естественных условиях тренировочного занятия или соревнований, не нарушая сколько-нибудь чувствительно их ход, — эти условия принято называть *полевыми*. Изучать можно как состояние интересующих нас занимающихся, имея в виду состояние их здоровья, самочувствие, физическое развитие, физическую подготовленность¹, оперативное функциональное и

¹ Следует четко различать понятия «физическая подготовленность» и «физические качества». Физические качества — качественно особые (т. е. принципиально

психическое состояние, уровень технической и тактической подготовленности, так и разного рода активность, чаще спортивную двигательную. Возможности современных информационных технологий позволяют в полевых условиях проводить разнообразные измерения, доступные ранее лишь в лабораторных условиях.

Однако во многих случаях, когда необходимые измерения с нужной точностью в полевых условиях провести не представляется возможным, следует попытаться получить эти данные измерениями в лабораторных условиях, то есть в условиях, специально созданных для проведения этих измерений и получения таких результатов, которые можно было бы перенести на аналогичный контингент людей, функционирующих в реальных «рабочих» условиях.

2.3.2. Шкалы измерений

Различают 4 типа шкал: 1 качественную и 3 количественных. То, в какой шкале произведены измерения, предопределяет выбор типа математико-статистических процедур, которые можно корректно использовать. Ошибка выбора делает вывод недостоверным.

Первой назовем *шкалу наименований* (или *номинальную шкалу*). Это неколичественная шкала. Примеры: распределение футболистов по функциональным номерам, распределение людей по цвету волос, спортсменов по их спортивным разрядам. Признакам присваивают наименования, по которым можно группировать объекты. Это качественные определения. Возможности статистической обработки невелики: однородные объекты группируют, в дальнейшем работают с числами, обозначающими количества объектов в каждой группе.

Чтобы использовать в таком случае математико-статистические методы, нужно подсчитать количество объектов, однотипных по интересующему нас признаку, и затем оперировать полученными числами – таким образом, оперировать уже другим, не индивидуальным,

различающиеся по существу) стороны моторности человека, это его моторные способности, а не возможности (подробнее об этом в гл. 12). А физическая подготовленность – оценка меры успешности выполнения некоторого набора контрольных упражнений, которые руководитель считает информативными для данного контингента при определении их общей двигательной подготовленности. Каждый показанный в этих упражнениях результат зависит чаще всего от нескольких физических качеств, от технической подготовленности, волевых качеств, не в последнюю очередь от мотивированности исполнителя.

а групповым, т. е. вторичным, косвенным, опосредствующим количественным значением, полученным на основе первичного – качественного.

Шкала порядка (шкала рангов). Она гораздо богаче возможностями. Примеры: распределение спортсменов по местам, завоеванным на соревнованиях, присвоение порядковых номеров по росту или весу, распределение упражнений по их нагрузочности, спортсменов по величине оценки за выполнение упражнений и т. п. Порядковые номера преобразуют в ранги, после чего можно применять к таким совокупностям чисел статистические процедуры, позволяющие сделать важные выводы. Присвоив ранги, можно применять *непараметрические* статистические методы. Количественные значения изучаемого признака в полученной совокупности располагают по возрастанию или по убыванию (*ранжируют*) и *присваивают ранг* соответственно порядковому номеру. Но в тех случаях, когда несколько чисел имеют одинаковые значения, им присваивают *одинаковый ранг*, вычисляемый делением суммы порядковых номеров одинаковых чисел на их количество. Пример: приведем результаты (с) в беге на 100 м, а под ними соответствующие им ранги:

11,0;	11,3;	11,4;	11,4;	11,6;	11,7;	11,7;	11,7;	12,2;	12,5
1	2	3,5	3,5	5	7	7	7	9	10

Операция называется *присвоением рангов*. Ранг – тоже косвенный, опосредствующий, но уже не групповой (как полученные на основе шкалы наименований), а индивидуальный признак.

Недостаток этой шкалы – ее *неравномерность*, т. е. различное «расстояние» между ее делениями: в приведенном примере результаты, имеющие 1-й и 2-й ранги разделяют между собой 0,3 с, а 2-й и 3,5-й ранги – 0,1 с, 3,5 и 5-й ранги – 0,2 с и т. д. В связи с этим возможности математико-статистической обработки данных, полученных измерениями в шкале рангов, в определенной мере ограничены (об этом будет сказано далее).

Шкала интервалов (интервальная) и шкала отношений. Более мощные *параметрические* методы применимы лишь к обработке данных измерений, проведенных с использованием *шкалы интервалов* или *шкалы отношений*. В той и другой мы имеем дело с мерами, т. е. с числами, за которыми стоит содержание, этим числам *точно* соответствующее. Так обстоит дело с физическими величинами (метры,

секунды, килограммы, вольты и т. п.). «Цена деления» в каждой из этих шкал одинакова по всей ее длине. Пример: температура по Цельсию (шкала интервалов) и по Кельвину (шкала отношений) – деления в шкалах одинаковы, различие лишь в том, что в шкале интервалов начало (ноль шкалы) выбирается условно (Цельсий выбрал температуру таяния льда из дистиллированной воды при атмосферном давлении 760 мм рт. ст.), а в шкале отношений оно, естественно, – абсолютный ноль, что соответствует сущности рассматриваемого фактора: при «абсолютном поле» нет движения молекул, т. е. их кинетическая энергия равна 0. Поэтому *вдвое* теплее, чем при 10°C (283,2°K) отнюдь не при 20 °C, а при 293,2°C: $(283,2^{\circ}\text{K} \times 2 = 566,4^{\circ}\text{K}; 566,4^{\circ}\text{K} = = 293,2^{\circ}\text{C})$. Еще пример: измерение силы ног при вставании из приседа по максимальному весу штанги на плечах (при одинаковой массе тела спортсмена). В этих случаях прибавив 273,2° или соответственно массу тела, перейдем от шкалы интервалов к шкале отношений.

Шкалы интервалов и отношений – равномерные (т. е. с одинаковым количественным содержанием признака в каждом делении), они градуированы в физических или в иных по содержанию равных между собой единицах (пример – в *разах* при подтягивании)². Начало шкалы отношений (ее ноль) – *естественные* начала отсчета, меньше данная величина не может быть в принципе. А в шкале интервалов начало шкалы *назначается* из тех или иных соображений (легкости определения начальной точки отсчета, удобства отсчета и др.).

Для обработки результатов, полученных измерениями в шкале интервалов, можно использовать все статистические процедуры. Отличие шкалы отношений только в том, что по ней видно, *во сколько раз* одно значение больше другого (их *отношение*). Между тем, знать такое соотношение бывает полезно. Чтобы перейти от шкалы интервалов в шкале отношений, нужно добавить к каждому результату значение начала шкалы интервалов от начала шкалы отношений.

2.3.3. Погрешности измерений. Прямые и косвенные измерения

Измерения не бывают абсолютно точными, можно достигнуть только той или иной степени точности. Приходится заранее мириться

² Но шкалы, градуированные в процентах от разных значений, а также в баллах или очках, в относительных единицах — это неравномерные шкалы.

с тем, что результаты измерений в той или иной мере отличаются от истинных значений измеряемого фактора. Но помимо ограничений по точности измерений существуют еще и другого рода ошибки (погрешности) как объективные, так и субъективные.

Погрешность (ошибка) **измерения** – это отличие полученного результата конкретного измерения от истинного значения измеряемого фактора, т. е. такого значения, которое было бы получено при абсолютно правильном измерении.

Абсолютная погрешность измерения (δ) – абсолютное значение погрешности, выраженное в тех же единицах, что и значение измеряемого фактора. $\delta = A_0 - A$, где A_0 – истинное значение измеряемого фактора, A – его значение, полученное в конкретном измерении (измеренное значение).

Относительная погрешность – отношение абсолютной погрешности к некоторому фиксированному (выбранному) значению измеряемого фактора, т. е. частное от деления абсолютной погрешности на это выбранное значение: $\delta_{\text{отн}} = \delta / A_{\text{фикс}}$. Часто в качестве этого значения выступает истинное значение измеряемого фактора (тогда получаем *действительную относительную погрешность* измерения $\delta_{\text{действ}} = \delta / A_0$) или некоторое его среднее значение. Поэтому относительная погрешность измерения не имеет размерности, часто выражается в процентах. Если поделить абсолютную погрешность измерения на максимальное значение шкалы измерительного устройства или прибора, получим *приведенную относительную погрешность измерения* ($\delta_{\text{прив}} = A_{\text{макс}}$). Она характеризует *класс точности* устройства (прибора).

Если измерение рассматриваемого фактора связано с показаниями нескольких измерительных устройств (приборов), то суммарную ошибку (δ_{Σ}) вычисляют по формуле: $\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots + \delta_n^2}$.

Прямыми называют измерения, при которых измеряемое значение определяют непосредственно по шкале измерительного прибора. Косвенными (непрямыми) называют измерения, результаты которых получают преобразованием значений, полученных прямым измерением, по определенным формулам или правилам. При этом нередко изменяется сама измеряемая величина, меняются ее значения, к погрешностям прямого измерения добавляются погрешности преобразования. Поэтому прямые измерения (при одинаковой точности измерительно-

го прибора или устройства) считают более точными. Однако зачастую косвенные измерения оказываются предпочтительнее, поскольку прямое измерение бывает затруднительно произвести (например, нет измерительного устройства или прибора, обладающего нужной точностью и диапазоном измеряемых значений, нужными габаритными размерами и массой, частотой замеров, сочетанием с компьютером и т. д.).

При прямых инструментальных измерениях субъективные факторы появляются в тех случаях, когда от оператора зависит установка измерительного устройства на теле спортсмена, на оборудовании или спортивных снарядах, когда оператор может по-разному снимать показания прибора или может не успевать точно их определить – и тем вносит ошибку. При косвенных измерениях добавляется возможность ошибки оператора при пересчете полученных данных.

Но и при прямых, и при косвенных измерениях двигательных показателей людей чаще всего главный, наиболее весомый субъективный фактор – зависимость показываемых результатов от состояния измеряемого и от различных случайностей процесса выполнения двигательного задания.

2.3.4. Целесообразная точность измерений.

Сохранение данных измерений и наблюдений

Повышение точности измерений никогда не дается «даром», оно требует более совершенной, а значит, и более дорогой и требующей специального обслуживания измерительной аппаратуры, обычно более специальных условий. Между тем высокая точность измерений в физическом воспитании и спорте нужна довольно редко, прежде всего потому, что человек не может с высокой точностью воспроизводить должные параметры движений, люди не одинаковы по своим физическим и психическим характеристикам, а также по двигательному опыту, так что определить с большой точностью наиболее целесообразные для каждого параметры невозможно. Поэтому нужно, во-первых, определять действительно нужный уровень точности измерений, а во-вторых, находить наиболее приемлемый компромисс между желаемой точностью измерений и связанными с повышением точности измерений трудностями.

Конечно, не все данные измерений и наблюдений нужно сохранять, но те данные, которые представляются информативными, со-

хранять обязательно. Сегодня персональные компьютеры достаточно широко внедрены в физическое воспитание и спорт, чтобы считать основным способом сохранения информации хранение ее в электронной форме. Тем более, что все большая часть собираемых специалистами данных наблюдений, измерений, анализа сразу же фиксируется на компьютере в виде вербального (словесного) текста, количественных данных, графических записей (графиков, диаграмм, статических и динамичных видеоматериалов).

Однако не следует пренебрегать и записями на бумаге, которые иногда (например на соревнованиях) ничем не заменишь. Конечно, ценные данные хранятся также в форме протоколов соревнований, дневников спортсменов, материалов анкетирования.

Сохранение данных измерений и наблюдений, других данных в удобной для доступа к ним форме позволяет проследить динамику изменения измеряемых параметров и характеристик, тем самым контролировать эффективность процесса подготовки, обнаруживать его недостатки, выявлять степень и характер спортивных способностей и перспективность отдельных занимающихся.

Сохраняемые на компьютере данные легко подвергать необходимой обработке, но для этого их нужно сохранять в определенной удобной для компьютерной обработки форме.

Основные понятия

Абсолютная погрешность измерений	Метрологическое обеспечение измерений	Статистика
Аналоговый	Метрологическое обеспечение подготовки	Технические средства измерений
Вероятностный подход	Метрология	Технические средства информации
Вероятность	Номинальная шкала	Технические средства подготовки
Детерминистский подход	Относительная погрешность измерений	Статистические процедуры
Качественный подход	Ошибки измерений	Шкалы измерений
Качественный анализ	Погрешности измерений	Шкала интервалов
Квалиметрия	Подготовка	Шкала отношений
Количественный анализ	Подготовленность	Шкала порядка
Количественный подход	Полевой метод	Эксперт
Косвенные измерения	Прямые измерения	Экспертиза
Лабораторный метод	Спортивная метрология	
Метод измерений		
Методика измерений		

Контрольные вопросы

1. В чем различия детерминистского и вероятностного подходов в спорте? Почему вероятностный подход предпочтительнее?
2. Какие Вы знаете шкалы измерений? В чем их различия?
3. Что такое тренажер для физической культуры и спорта?
4. Что такое тренажер с обратной связью?
5. Что такое квалиметрия? Зачем и для чего она нужна?
6. В чем сущность и различия количественного и качественного подходов?
7. В чем сущность спортивной метрологии как педагогического средства?
8. Зачем нужно метрологическое обеспечение измерительной аппаратуры?
9. Что дает метрологическое обеспечение учебно-тренировочного процесса?
10. Зачем нужен метрологический контроль за обработкой данных?
11. Зачем нужно метрологическое обеспечение оценивания данных?
12. Что такое метод измерений?
13. Что такое методика измерений?
14. Что такое полевой и лабораторный методы исследований?
15. Что такое подготовленность и подготовка, в чем сущность различия этих понятий?
16. Что такое погрешность измерений?
17. Каково содержание объективных и субъективных компонентов погрешности измерений?
18. Что такое абсолютная и относительная погрешности измерений?
19. Каковы критерии целесообразной точности измерений, почему не нужно добиваться максимально возможной их точности?
20. Зачем сохранять данные измерений и наблюдений? Для чего можно их использовать?
21. Зачем нужна статистическая обработка материалов измерений и наблюдений?
22. Что такое аналоговые и дискретные характеристики?
23. Что такое технические средства информации?
24. Что такое технические средства обучения (подготовки)?
25. Что такое технические средства измерений и наблюдений?
26. Что такое эксперты и экспертиза?

Рекомендуемая литература

1. Зациорский, В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979.
2. Спортивная метрология : учебник для ин-тов физ. культуры / под общ. ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982.
3. Годик, М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988.
4. Коренберг, В. Б. Учебный словарь-справочник по спортивной метрологии / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.
5. Смирнов, Ю. И. Спортивная метрология / Ю. И. Смирнов, М. М. Полевщиков. – М. : АCADEMA, 2000.
6. Коренберг, В. Б. Лекции по спортивной метрологии : лекции 1 и 2 / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 2001.
7. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.
8. Губа, В. П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике / Губа В. П. [и др.] – М. : Физкультура и спорт, 2006.

Глава 3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ И ТСО В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И СПОРТЕ

3.1. Измерения для контроля и исследований в двигательной подготовке

Для чего нужны измерения в спорте? Как велика их роль? Ответить на эти вопросы совсем не просто. Поскольку здесь нецелесообразно обстоятельно и подробно раскрывать эту тему, кратко рассмотрим лишь некоторые из основных частей проблемы.

Конечно, на первый взгляд в спорте измерения нужны в первую очередь для того, чтобы узнать те или иные параметры тела и его движений. Например, совершенно очевидно, что необходимо определять вес штанги, результаты в прыжках в длину, время, затраченное на преодоление дистанции. Без таких измерений невозможно проводить соревнования, а потому и спортивную подготовку.

Но ведь речь идет не только об этих требуемых правилами соревнований измерениях – их необходимость настолько очевидна, что не нуждается в обосновании. Речь главным образом о совсем другого рода измерениях (условно назовем их «измерениями 2-го рода»), совсем не интересных для судей и зрителей на соревнованиях. Имеются в виду измерения тех характеристик и параметров тела, его телодвижений и движений, функционирования органов, тканей и их систем, которые нужны для сохранения здоровья человека, занимающегося физической (телесной) культурой, или, тем более, спортсмена для возможно более обоснованного, оптимизированного управления развитием его организма, двигательных навыков и умений.

Это измерения, например, жизненной емкости легких (ЖЕЛ), состава тела, кислородной емкости крови, максимального потребления кислорода (МПК), кровяного давления, ЧСС и его динамики, температуры тела, электрического потенциала в репрезентативных точках тела, содержания и динамики гемоглобина или лактата (молочной кислоты) в крови, работоспособности, композиции мышц, их электриче-

ских потенциалов (электромиография – ЭМГ), скорости и ускорения *контрольной точки* тела, величины и направления реакции опоры, динамики угла в рассматриваемом суставе при выполнении систем движений (например при поднимании штанги), момента инерции тела, продолжительности конкретного движения и др.

В зависимости от того, насколько содержательно, грамотно и точно проведены такие измерения, тренер, спортсмен и врач принимают в большей или меньшей степени правильные решения относительно дальнейшего хода подготовки. Принимаются решения о нагрузках, составе и структуре техники двигательных действий, формировании и коррекции навыков, тактике решения двигательных задач, о профилактических и реабилитационных мероприятиях.

Многих смущает то обстоятельство, что в обычной практике физического (двигательного) воспитания и спортивной подготовки тренеры (преподаватели, инструкторы) и занимающиеся, во-первых, не имеют возможности проводить измерения (кроме самых примитивных: ручными секундомерами, рулеткой) и, во-вторых, легко и без видимого ущерба обходятся без них. То же они наблюдают у своих коллег. И чаще всего следует легкомысленный вывод о неоправданности, бесполезности «2-го рода измерений» в практике физического воспитания или спортивной работы в соответствии с озвученным Фонвизиным принципом: «А чего не знает Митрофанушка, того дворянину и знать не надобно». К сожалению, такой взгляд очень широко, даже чересчур широко распространен.

В действительности дело обстоит иначе. Да, можно обойтись без подобного рода измерений, потому что не имеешь представления о том положительном эффекте, который можно получить, если разумно и умело пользоваться измерениями, и потому не видишь, как много теряешь. Конечно, в принципе можно обойтись без телефонной связи, телевидения, автотранспорта – чаще ходить в гости, переписываться, читать газеты, ходить в кинотеатры, ездить на лошадях. И еще в первой четверти XX века это считалось нормальным, не видели особой пользы в телефоне, автомобиле – привычно обходились без них, считая, что все в порядке. А о телевидении еще и не подозревали, и потому в нем не нуждались. В свое время в часах не было даже минутной стрелки. Так и с измерениями. Нужно научиться их проводить и пользоваться их результатами, только после этого приходит настоящее понимание их полезности и потребность в них.

Измерения нужны, в частности, для разработки норм и построения так называемых «моделей спортсменов» и «эталонных» моделей осуществления спортивных двигательных действий.

3.2. Общие основы методики измерений

Измерения можно производить как очень простыми устройствами, например, сантиметровой лентой или рулеткой, ростомером, примитивным (даже не закрепляемым на теле) угломером, ручным секундомером, так и сложными измерительными системами. Сложные по составу (имея в виду количество включенных в них устройств и приборов), а также очень большие по размерам измерительные системы часто называют *измерительными установками*.

Перед тем как приступить к измерениям, нужно четко определить предмет и объект измерений. *Предмет* измерений называют *измеряемым фактором*. В спорте это конкретная характеристика состояния тела или различные изменения этой характеристики, характеристика движения точки, тела, систем тел или точек (например, общего центра тяжести тяжелоатлета и штанги), характеристика системы движений и результатов выполнения двигательного задания (например результата в беге на 100 м). Иногда это физиологический параметр, изменяющийся при двигательной активности (ЧСС, тонус мышц, лактат крови), иногда – физическая величина, косвенно отражающая результаты двигательной активности (например изменение электромагнитного поля установки, служащего индикаторной средой для определения движений спортсмена). В спортивной медицине предмет измерений – анатомические, физиологические (и электрофизиологические), биохимические характеристики.

Выбор предмета измерений определяется тем, ради чего нужны нам данные предполагаемых измерений, что мы хотим узнать путем педагогической или медицинской интерпретации этих данных.

Определив предмет измерений, т. е. измеряемый фактор, нужно выбрать: а) *единицу измерения* (например угол поворота можно измерять не только в градусах, но и в радианах, и в долях или количестве оборотов; соответственно выбирают и единицы измерения скорости вращения); б) *уровень точности* измерения (например измерять результат в беге на 100 м с точностью до 0,1 с или 0,01 с). Только после

этого нужно приступать к выбору метода и средств измерения (конечно, если есть возможность выбирать, что бывает в спорте и физическом воспитании, увы, далеко не всегда).

Не исключено, что после выбора *методики измерений* (метода, средств, алгоритма их использования) нужно скорректировать выбор уровня их точности, если данная методика его не обеспечивает или, наоборот, позволяет повысить. То же может относиться и к единице измерения: не исключено, что ее целесообразно изменить (например измерять не линейную скорость, а число оборотов катушки, с которой сматывается леска, прикрепленная к бегуну, а уж потом полученные данные пересчитать). Поэтому окончательный выбор единицы измерения и уровня его точности определяют как бы с двух сторон: исходя из того, что *нужно* и что *возможно (доступно)*.

При определении *объекта измерений* исходят из ряда соображений: а) кого (что) желательно измерить, чтобы получить интерпретируемые в соответствии с нашей целью данные, б) что измерять, насколько нужны нам результаты именно этих измерений, в) сколько измеряемых частей содержит объект и сколько измерений желательно произвести, г) какие измерительные методики нужно применить, д) что реально доступно для измерения с разумной затратой усилий и времени, е) какие из желаемых измерений сочетаемы друг с другом.

Объектом измерений в физическом (двигательном) воспитании и спорте обычно являются некоторые конкретные свойства определенной намеченной совокупности людей (иногда одного человека). От объекта измерений нужно четко отличать *измеряемый объект*: им называют человека или предмет, какие-то характеристики которого измеряют, измеряли или собираются измерять в рассматриваемый отрезок времени. Измерения производят по той или иной *методике*. Это понятие, отображающее и применяемую измерительную аппаратуру, и способ ее использования, и условий, и алгоритма проведения измерений, и форму получения данных, и часто их обработку, к тому же это понятие в какой-то мере как бы «переплетенное» с понятием «метод», определяют неоднозначно, в разных специальных изданиях по-разному. Можно рекомендовать такое определение.

Методика измерений — системная и системно применяемая совокупность средств, способов, требований, условий и алгоритмов измерений тех или иных выбранных измеряемых факторов.

При выборе или разработке методики измерений следует учесть: а) сказанное в предыдущем абзаце; б) внешние условия, в которых

будут проводиться измерения, и возможность измеряемых участвовать в измерениях; в) имеющуюся материальную базу (спортивное оборудование и инвентарь, наличную измерительную аппаратуру и ту, которую в наших возможностях приобрести, арендовать, создать), возможности ее хранения и поддержания в рабочем состоянии; г) квалификацию операторов и людей, которые должны обработать данные и интерпретировать (истолковать) их; д) количество труда, который будет затрачен; е) уровень оперативности (быстроты) получения данных и выводов; ж) соответствие ожидаемого качества полученной информации нашим запросам.

3.3. Неинструментальные измерения

3.3.1. Возможности, недостатки и преимущества неинструментальных измерений

Проведение инструментальных измерений и анализ их результатов – наиболее мощный способ объективизации наших представлений о биомеханическом и физиологическом содержании двигательной активности. Но этот способ не всегда применим (нет нужной аппаратуры, негде ее хранить, нет специалистов, расходуемых материалов и др.), часто если и применим, то требует неоправданно больших усилий и затрат времени, сопряжен с помехами для хода тренировки (соревновательного выступления) самого измеряемого и других тренирующихся (соребвнующихся), не все факторы можно инструментально измерить: например настроение спортсмена, выразительность и пластику систем его движений.

Количественные характеристики (признаки) организма спортсмена, его двигательной активности, тренировочного процесса можно измерить непосредственно, и результаты этих измерений дают важную информацию:

1) она может быть преобразована в количественные меры других интересующих нас характеристик (признаков);

2) позволяет построить количественно эквивалентную (равнозначную) модель объекта, в связи с количественной эквивалентностью являющуюся в какой-то мере и качественно эквивалентной;

3) позволяет количественно сравнивать взаимно соответствующие параметры (количественные значения характеристик) объектов либо одного и того же объекта в разных условиях или в разное время, а тем самым опосредствованно сравнивать качественные характеристики.

Ведь нас, в конечном счете, всегда интересуют именно *качественные* характеристики объекта, а количественные *лишь постольку, поскольку они в зашифрованной форме отражают качественные*. Определение количественных характеристик – промежуточная, а не конечная цель, поэтому количественно определяют (прямыми или косвенными измерениями) только те параметры, которые дают нам представление о качественных особенностях объекта.

Поэтому в практике физической культуры, физической реабилитации, физического воспитания, спорта приходится пользоваться в основном неинструментальными измерениями. Они могут быть более или менее точными, что во многом зависит от умения оператора (т. е. человека, эти измерения производящего: тренера, товарища по тренировке, исследователя).

Особо отметим: во многих случаях неинструментальные измерения позволяют обеспечить достаточную для практики точность, так что большая точность инструментальных измерений, сопряженная с дополнительными трудностями, не дает преимуществ.

Ряд факторов очень трудно измерить инструментально или вообще нельзя измерить: например, степень утомления на тренировке или соревнованиях и уровень ощущения усталости, текущий уровень двигательной координированности, степень устойчивости тела, ритм системы движений, степень опасения травмы. Многие факторы хотя и можно относительно легко инструментально измерить, только делать это в процессе тренировки нецелесообразно, так как все это отвлекает, требует затрат времени и усилий, а на соревнованиях может отразиться на результатах измеряемого или помешать другим участникам. Приходится определять эти факторы «на глаз», опираясь на опыт. Наконец, к неинструментальным измерениям относится подсчет количества подходов, повторений в подходе, количество кругов. На тренировке далеко не всегда нужны точные определения значений, многие факторы нуждаются в столь грубой оценке, что нет смысла прибегать даже к неинструментальным измерениям.

3.3.2. Технология неинструментальных измерений

Опытный специалист тонко различает отклонения системы движений от нормы в физических или в условных единицах (баллы, очки, проценты). При этом он далеко не всегда осознает, как это делает, процесс измерения проходит в основном на интуитивном уровне. Поскольку в физической культуре, физическом воспитании, спорте у

преподавателя или тренера всегда имеются модели нужного выполнения *предлагаемого* двигательного задания, с которыми он сравнивает мысленные модели *выполненного* двигательного задания, он всегда проводит *сравнительный анализ*. Такой тип анализа позволяет в значительной мере взаимно погасить неизбежные ошибки измерения (как инструментального, так и неинструментального) абсолютных значений параметров, чем обеспечивает большую точность полученных данных. Конечно, многое зависит от ситуативной адекватности базовой модели (той, с которой сравнивают).

Поскольку неинструментальные измерения основаны на наблюдениях, наблюдателю важно расположиться в такой точке, с которой хорошо видна вся подлежащая измерению часть системы движений и находясь в которой он не мешает контролируемому и другим участникам тренировки, а тем более соревнований (в последнем случае также судьям). При этом желательно, чтобы измеряемая часть системы движений просматривалась под таким ракурсом (таким углом к основной плоскости движений), чтобы измерения могли быть как можно более точными. *Наблюдение должно быть жестко ориентировано на неинструментальное измерение интересующих параметров*, иначе точность измерения будет существенно снижена.

При неинструментальных измерениях широко пользуются методом *визуальной* (зрительной) *интерполяции*. Сущность метода в том, что, зная количественные значения рассматриваемого параметра в обоих крайних (в рассматриваемом диапазоне) положениях тела или его звена и считая параметр изменяющимся в этом диапазоне равномерно или по некоторому другому простому закону, наблюдатель считает, что значение параметра в любой точке внутри данного диапазона отличается от параметров на его границах пропорционально расстояниям от них. Это касается как пространственных характеристик (расстояний, углов), так и временных и пространственно-временных. Расстояния интересующего положения от границ рассматриваемого диапазона определяются как его части («половина», «одна треть», «четверть» и т. п.).

Конечно, такое определение очень приблизительно, но тем не менее часто обеспечивает нужный уровень точности: ведь она должна соответствовать той точности, которую может обеспечить способность спортсмена управлять характеристиками своего тела и системы движений и телодвижений. А она не очень велика.

Другой широко применяемый метод – метод *визуальной экстраполяции*. Его сущность в том, что система движений спортсмена на-

блюдается в некотором конкретном диапазоне с целью определить закономерности ее развития, а затем в расчете, что эти закономерности можно распространить на смежные диапазоны, предполагается, какими будут (или были) значения параметров рассматриваемой системы в этих смежных с наблюдаемым диапазонах. Этот метод применим в оценивании как одного отдельного фактора, так и нескольких одновременно. Конечно, экстраполяции всегда носят вероятностный характер, могут оказаться грубо ошибочными, что зависит от многих факторов, в том числе и от опыта измеряющего.

Нужно сказать, что опыт самого различного рода экстраполяций у каждого человека огромен, и потому в простых случаях этот метод обеспечивает вполне удовлетворительную точность.

Методы интерполяции и экстраполяции построены на знании значений интересующих нас параметров в некоторых опорных точках. Относительно этих точек и значений параметров в них и производится расчет. Экстраполяции могут быть направлены и на предстоящее, и на предшествовавшее, это один из базовых компонентов анализа систем движений и их «конструирования». А главное – без экстраполяций человек вообще не мог бы совершать двигательные действия, разве что совсем уж простые.

Первый российский лауреат Нобелевской премии И. П. Павлов как-то заметил: «Если не знаешь, то и не увидишь». Это можно прямо отнести к неинструментальным измерениям. Вряд ли удастся произвести при наблюдении достаточно точное определение интересующего момента системы движений, как и его отношение к опорным моментам, если *заранее не знать*, не предвидеть на сколько-то вперед, как эта система движений будет развиваться.

Поэтому желательно перед проведением неинструментальных измерений иметь опыт наблюдения за выполнением аналогичных, а лучше – выполняемых по той же схеме систем движений. Тогда наблюдатель заранее готов, он *ожидает* определенной картины движений, может акцентировать внимание на нужных деталях, заранее строит в воображении схему соотношения деталей системы движений и схему нужных измерений. В противном случае весьма вероятно, что важные детали будут упущены или их соотношение определено существенно ошибочно.

Такое основанное на соответствующем знании *целевое ожидание*, осуществляемое при наблюдении выполнения спортивного упражнения – важный компонент проведения неинструментального измерения

интересующих нас его характеристик. Быстротечность спортивных движений требует большой сосредоточенности как непосредственно на процессе наблюдения за движениями, так и на своевременном формировании возможно более четкой предваряющей картины-модели системы движений (т. е. на целевом ожидании), в том числе включающей некоторые вероятные варианты ее развития, а также вероятные двигательные ошибки и их последствия.

В качестве опорных точек измерений следует выбирать контрольные ориентиры – те моменты выполнения упражнений, которые либо являются граничными положениями или позами (границами фаз), либо легко определяются как положения, характерные с точки зрения принятой пространственной системы измерений – прямоугольной или полярной системы координат (например вертикальное или горизонтальное положение туловища, руки, ноги), либо проецируются на фоне заметной точки или линии окружающей обстановки (можно такие пространственные ориентиры создавать специально для удобства измерений). В положениях, соответствующих некоторым из таких ориентиров, параметры системы движений могут быть замерены инструментально, что создаст определенную количественную базу для неинструментальных измерений.

При неинструментальных измерениях нередко почти точно совпадающие ситуации, поэтому целесообразно использовать ранее сформированные схемы измерений и даже часть полученных данных (своего рода «шаблоны») при проведении новых измерений. Это часто заметно убыстряет (что совсем немаловажно при измерении быстрых движений) и облегчает решение задачи. В случае измерения сходных систем движений иной раз имеет смысл сводить измерения к внесению поправок к ранее полученным данным, т. е. применить сравнительный метод. Это облегчает решение задачи и повышает надежность измерений.

Получение количественных данных (результатов измерений) само по себе еще не решение педагогической задачи. Необходимо дать этим данным качественное (содержательное, смысловое), т. е. собственно педагогическое истолкование (трактовку, интерпретацию). Это обстоятельство должно отражаться на замысле, планировании, организации и проведении измерений – все равно, инструментальных или неинструментальных.

Адекватно истолковать полученные данные измерений совсем не просто (как это порой кажется плохо осведомленным и не подозре-

вающим о своей плохой осведомленности людям). Это требует основательного понимания и знания состава и структуры измеряемой системы движений и телодвижений, знания и четкого понимания хотя бы основных биомеханических зависимостей и закономерностей, способности уверенно и оперативно пользоваться этими знаниями. Часто требуется воображение, мысленное зрительное воспроизведение виденного или даже мысленное зрительное представление воображаемой системы движений и телодвижений (скажем, принятой за эталон для сопоставления). Нередко помогает идеомоторное воспроизведение наблюдаемого выполнения упражнения, помогающее понять некоторые тонкости управленческого характера.

Поэтому есть смысл в нашем курсе хотя бы кратко, схематично рассмотреть некоторые важные вопросы качественного кинезиологического анализа (кинезиология – наука о двигательной активности человека и животных). Это в основном осуществлено в главах части 2 учебника и в некоторых разделах глав части 3.

3.4. ТСО, применяемые в двигательной подготовке

3.4.1. Тренажеры

Понятие «тренажер» довольно расплывчато, неоднозначно. Иногда тренажером называют даже гантели с пружинами, эспандер, массажер. Другие считают, что тренажер обязательно должен обеспечивать обратную связь. Так как общепринятого понимания этого термина нет, предлагается следующее определение (оно не вполне удовлетворительно, но другие, пожалуй, еще менее удачны).

Тренажерами принято называть конструктивно достаточно сложные устройства, используемые для получения опосредуемых ими тренирующих воздействий. Если размеры устройства велики, говорят «тренажерная установка». Тренажеры создают в той или иной степени управляемую «искусственную среду» для целевой двигательной активности. Тренажер обычно закреплен независимо от занимающегося. Он всегда имеет некоторый механический каркас и механические части, которые воспринимают усилия занимающихся, а в некоторых тренажерах также направляют и (или) дозируют движения по силе, скорости, их распределению в пространстве и времени). Совсем простые устройства, как, например, гантели, штанга, гимнастическая палка, отягощения, амортизаторы и т. п. не следует считать тренажерами.

Этот вид оборудования сравнительно недавно, но все более широко распространяется на спортивных базах разного уровня и даже в личном жилье. Можно полагать, с каждым годом тренажеров будет все больше, и они будут все более совершенными.

Положительное значение тренажеров в том, что с их помощью можно осуществлять адресное локальное (местное) и хорошо нормированное тренирующее воздействие на опорно-двигательный аппарат. Наиболее перспективны тренажеры с обратной связью, особенно компьютеризованные. На таких тренажерах можно выполнять двигательные задания со сложной программой, легко осуществлять работу в заданном режиме, дозировать ее с учетом многих факторов.

Существуют тренажеры с управляемым режимом сопротивления, что позволяет приблизить характер работы на тренажере к характеру работы при выполнении соревновательного двигательного действия (Ю. Т. Черкесов и его последователи). Известное распространение получили так называемые «изокинетические» тренажеры (с задаваемой постоянной скоростью; название изокинетические условно, поскольку развиваемая в движении мощность меняется).

Можно полагать, в скором времени получат распространение тренажеры типа «скелетон», относящиеся к классу императивных («принуждающих») тренажеров, один из пионеров создания и обоснования которых С. П. Евсеев. Вполне вероятно появление в недалеком будущем принципиально новых типов и даже классов тренажеров, чему способствуют развитие электронной техники и рост интереса спортсменов и вообще населения к физическим упражнениям с использованием тренажеров.

Тренажеры создают особые, регулируемые внешние условия двигательной активности: для активных движений или активных сопротивлений. Тренажеры стимулируют и направляют усилия занимающегося и величину этих усилий, позволяя направленно развивать его целевые моторные возможности. Поэтому использование тренажеров создает возможность избирательно воздействовать на организм и существенно интенсифицировать тренировочный процесс. Это одно из назначений тренажеров. Кроме того, некоторые тренажеры позволяют имитировать упражнения, для обычного выполнения которых нужны специальные спортивные сооружения или особые участки природной местности, удаленные от занимающихся или недоступные ему. Существуют также двигательные тренажеры, способствующие формированию и совершенствованию целевых двигательных навы-

ков. Тренажеры направленно создают особую среду для осуществления некоторой целевой двигательной активности. Закрепился термин «искусственная среда» (он не очень удачен: ведь стадион, волейбольная площадка, спортзал тоже отнюдь не естественная среда; гимнастические снаряды тоже не тренажеры).

Искусственная среда – внешние условия выполнения двигательных заданий, в значительной мере создаваемые искусственными устройствами и потому существенно отличающиеся от естественных условий с точки зрения выполнения этих заданий: эти условия либо затрудняют, либо облегчают, либо направляют движения и их системы, позволяя выполнять их с параметрами, недостижимыми этим человеком в естественных условиях.

Управляемая искусственная среда – искусственная среда, параметры которой можно по желанию изменять, тем самым направленно меняя условия выполнения двигательного задания. Управление может быть более или менее оперативным, оно может в большей или меньшей степени изменять влияющие на двигательную активность занимающегося параметры среды (т. е. внешних условий выполнения задания).

Тренажеры, функция которых ограничена обеспечением динамического сопротивления движениям или облегчения их выполнения, назовем *простыми*, как бы ни были они сложны по конструкции. Обычно задаваемые сопротивление или облегчение можно в широких пределах регулировать. Таких тренажеров много в тренажерных залах (в их число входят, например, простейшие велоэргометры). По конструкции простые тренажеры могут быть механическими, пневматическими, гидравлическими, электромагнитными устройствами.

Но бывают тренажеры и с более сложными функциями.

Так, существуют тренажеры, принудительно (посредством механических направляющих и ограничителей) определяющие траектории (направление и размах) движений. Их используют для формирования или совершенствования тех компонентов конкретного двигательного навыка, которые обеспечивают нужные пространственные характеристики соответствующей системы движений. Иногда к этим функциям добавляют функцию принудительного движения (тренажеры типа «скелетон», снабженные электродвигателями), так что занимающийся выполняет пассивные телодвижения в принудительном темпе и ритме, заданной формы, с заданной скоростью и ускорением, «привыкая» к этим диктуемым ему параметрам движений и телодвижений, к оп-

ределенным восприятиям, затем без тренажера стараясь воспроизвести их уже активно. Упомянутые типы тренажеров можно соответственно назвать тренажерами с *кинематическим* и *динамическим принуждением*. К тренажерам с кинематическим принуждением можно отнести и тредбан («бегущую дорожку»). Дорожка тредбана может быть горизонтальной и наклонной, что обеспечивает различную нагрузку в каждом шаге и разную технику беговых шагов. Обычно скорость дорожки можно задавать в довольно широких пределах, что позволяет на ней ходить либо бежать (или даже передвигаться прыжками на одной или двух ногах) со скоростью, соответствующей скорости дорожки.

Тренажеры могут быть оснащены системами, обеспечивающими информацию о ходе и даже некоторых результатах работы на них. Это может быть информация об оказываемом сопротивлении, о скорости движений (темпе работы: частота шагов, количество оборотов педалей), силе ударов, ЧСС, кровяном давлении, частоте дыхания и др. Такие тренажеры называют *тренажерами с обратной связью*. Получаемая информация позволяет гораздо точнее дозировать и регулировать физическую нагрузку.

Особый класс тренажеров – вибротренажеры, работа с которыми требует частотной настройки опорно-двигательного аппарата. Работа в таком режиме оказывает сильное влияние на организм: позволяет развить локальные силовые возможности, заживить травму, повысить подвижность в упражняемом суставе.

К тренажерам относятся визуальные, звуковые и даже механические лидеры, задающие скорость, темп или даже ритм двигательной активности занимающегося.

Следует отметить, что большинство тренажеров могут быть использованы также и для тестирования в целях проведения контроля или научных исследований.

3.4.2. Аудиовизуальные и компьютерные средства информации, обучения, демонстрации

В сфере спорта и физического воспитания эти средства находят все более широкое применение и распространение, что связано, в первую очередь, с их совершенствованием и относительным удешевлением. Правда, существенное совершенствование ведет не только к повышению качества их работы и к появлению новых возможностей применения, но часто и к значительному их подорожанию, делая для

большинства заинтересованных потребителей нерентабельными или вообще недоступными.

К техническим средствам обучения относят обычные аудио- и видеомагнитофоны, телевизоры, кино- и видеокамеры, соединение видеокамеры с телевизорами, различные проекторы, работающие на просвет пленки и на отражение изображений, а в последние годы появились проекторы, демонстрирующие изображение, считываемое из памяти компьютера. Но наиболее динамично развивается применение компьютеров: их используют для создания легкодоступной базы данных, для контроля знаний (применяют программы собственно контроля знаний и фиксации его результатов), для обучения теории той или иной учебной дисциплины, для статистической обработки данных наблюдений или измерений учебного или исследовательского характера, для биомеханического анализа материалов видеосъемки спортивной двигательной активности (системы видеокomпьютерного анализа), для сложного монтажа видеоизображений, для создания сложных неподвижных и движущихся изображений средствами компьютерной графики, для автоматизированного планирования учебно-тренировочного процесса (с применением так называемых экспертных программ). Управление этими устройствами, приборами, установками во многих случаях можно осуществлять с портативных переносных пультов, что позволяет преподавателю или докладчику обойтись без ассистента-оператора.

Естественно, демонстрационные средства используются для иллюстрации докладов, сообщений, иногда для оповещения о тех или иных мероприятиях или административных действиях. В качестве информационных средств для оповещения зрителей и участников соревнований применяют радиоустановки, портативные громкоговорящие устройства (микрофон+усилитель+динамик+химические электрические элементы), различного рода световые табло и экраны.

В последние годы быстро развивается разностороннее использование для научных и учебных целей мощной информационной системы, называемой Всемирной компьютерной сетью «Интернет». Уже в настоящее время «Интернет» в существенной мере заменяет научные библиотеки и научные периодические издания. Постепенное освоение «Интернета» происходит и в России, этот процесс пока заметно сдерживается недостаточной компьютеризацией и финансовыми трудностями. Однако можно полагать, что уже в ближайшей перспективе и в России работа в «Интернете» займет должное место как в научно-

теоретической и научно-исследовательской работе, так и в системе образования, особенно так называемого дистанционного образования и самообразования («послешкольного», «послевузовского»). Конечно, функционирование системы «Интернет» не лишено серьезных недостатков, но неоспоримы преимущества ее систематического использования.

Можно полагать, использование специально сформированных комбинированных видеорядов (материалов видеосъемки, компьютерной графики, графических, звуковых и оформленных титрами комментариев) сделает аудиовизуальные компьютеризованные установки, в том числе связанные с интернетом, мощным средством повышения теоретической и технической подготовки спортсменов и занимающихся в системе физического воспитания.

Основные термины и понятия

Аудиосредства	Качественный анализ	Приборы
Аудиовизуальные средства	Количественный анализ	Сравнительный анализ
Измерения	Контрольная точка	Телеметрия
Измерительная установка	Методика измерений	Тренажер
Измеряемый объект	Неинструментальные измерения	Тренажер с обратной связью
Измеряемый фактор	Обратная связь	Управляемая искусственная среда
Инструментальные измерения	Объект измерений	
	Предмет измерений	

Контрольные вопросы

1. Зачем используют измерения в физическом воспитании и спорте? Что измеряют?
2. Что такое инструментальные и неинструментальные измерения?
3. Что такое «измеряемый фактор», «измеряемый объект», «объект измерений», как их выбирают?
4. Что такое «методика измерений»?
5. Что такое устройство, прибор, измерительная установка?
6. Что такое «телеметрия»? В чем ее преимущества?
7. Каковы достоинства и недостатки неинструментальных измерений?
8. Каковы технологии неинструментальных измерений?
9. Что такое и какие бывают тренажеры?

10. Что такое «управляемая искусственная среда»?
11. Что такое тренажеры с обратной связью, в чем их преимущество?
12. Какие бывают аудиовизуальные технические средства обучения и показа?
13. Как используют компьютеры в качестве компонентов измерительных установок (систем) и технических средств обучения?
14. Что такое качественный анализ двигательных действий?

Рекомендуемая литература

1. Годик, М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988.
2. Коренберг, В. Б. Учебный словарь-справочник по спортивной метрологии / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.
3. Смирнов, Ю. И. Спортивная метрология / Ю. И. Смирнов, М. М. Полевщиков. – М. : АСАДЕМА, 2000.
4. Коренберг, В. Б. Лекции по спортивной метрологии : лекции 1 и 2 / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 2001.
5. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.
6. Губа, В. П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике / Губа В. П. [и др.] – М. : Физкультура и спорт, 2006.

Глава 4. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

4.1. Методы измерений, применяемые в двигательной подготовке

В физическом воспитании и спорте применяют разнообразные измерения. Речь идет об измерениях, непосредственно относящихся к двигательной подготовке. Они проводятся разными методами: механическими, электрическими, механоэлектрическими, электромеханическими, магнитными, электромагнитными, оптическими и электронно-оптическими, химическими. Метод измерений – способ измерений, основанный на некоторых конкретных видах физических или химических закономерностях.

Механические методы. Это методы измерения силы (механодинамометрия), положения (механокинематометрия), скорости (механоспидометрия, механотаксиметрия), ускорений (механоакселерометрия). Используются для передачи силового воздействия на механическое измерительное устройство механические тяги, передачи блочные, цепные, зубчатые и фрикционные (использующие трение), в том числе ременные, рычаги, ползуны, кривошпы и др.

Силоизмерительные элементы в динамометрах работают на основе преобразования силы воздействия в упругие деформации (плоских, спиральных или цилиндрических пружин), смещающие индикатор (чаще всего стрелку) относительно измерительной шкалы.

При измерении небольших размеров и поступательных перемещений используют сантиметровую ленту, линейку, рычаг, соединенный с ползуном или угломером (гониометром), при измерении тела – специальные ростомеры и циркули. Большие перемещения измеряют рулеткой или леской, намотанной на вращающуюся на оси катушку, соединенную с механическим счетчиком оборотов. Иногда используют «циркуль»: жесткое соединение 3 реек в форме прописной буквы «А» с расстоянием между свободными концами 1 или 2 м, концы представляют поворотом циркуля на 180^0 .

К механическим относят пневматические и гидравлические измерительные устройства, но применяют их нечасто.

Электрические, механоэлектрические и электромеханические методы. Из электрических методов наиболее широко используются потенциометрия (см. раздел 4.4), в том числе тензометрия, электромиография, электротермометрия (использование термопар), измерение потенциалов рефлексогенных точек, измерения с использованием реостатов и потенциометров. Реже используется пьезометрия (давление на пьезокристалл вызывает появление на его гранях разности потенциалов).

Механоэлектрическими называют измерения, где данные измерений выражены электрическими единицами, но механическая часть измерительного устройства содержательно и достаточно сложно преобразует воздействие, прежде чем оно доходит до электрической части устройства. Пример: велоэргометр.

Электромеханический метод – метод, связанный с электромагнитной индукцией: с применением электрогенераторов и электромоторов, гальванометров, трансформаторов, соленоидов (проводник в форме спирали, по которому течет ток; железный сердечник, введенный внутрь соленоида, увеличивает его индуктивность – тем больше, чем дальше он введен).

Магнитный и электромагнитный методы. Магнитные методы измерений базируются либо на влиянии магнитного поля (постоянного магнита или электромагнита, напряженность магнитного поля которого зависит от силы тока в его обмотке) на другой постоянный магнит или электромагнит.

Оптические и электронно-оптические методы. К оптическим методам относят фото- и кинометоды, а также оптическое наблюдение за перемещениями спортсмена через монокуляр, соединенный с угломерным устройством.

Электронно-оптические методы широко распространены в физическом воспитании и спорте. К ним относят прежде всего видеосъемку с последующим анализом полученного видеоматериала: простым визуальным рассмотрением, измерением вручную положения в кадре контрольных точек и их перемещений, отцифровкой изображений с переводом их в память компьютера и последующей компьютерной же обработкой по той или иной специальной программе.

Другой популярный метод измерений – оптронный. В его основе применение оптронной пары: светоизлучателя и светоприемника. Прерывание луча движущимся между ними предметом включает или выключает элетросекундомер. Чаще всего применяют 2 оптронные

пары, расположенные на некотором расстоянии по пути движения рассматриваемого предмета. Прерывание им сначала одного, потом другого луча соответственно включает и выключает электросекундомер, что позволяет определить время прохождения им пути между оптронными парами, а значит, и среднюю скорость на этом отрезке пути. В качестве излучателя все чаще применяют лазер.

Химические методы включают в себя разные способы измерения интенсивности различных биохимических реакций в организме и связанное с этим содержание тех или иных веществ. Это и газоанализ выдыхаемого воздуха, и определение лактата крови или мышц, и различные другие биохимические пробы крови.

4.2. Измерительные системы, их компоненты

4.2.1. Основные понятия

Сначала несколько определений.

Устройство – система, отправляющая некоторую сравнительно узкую функцию и имеющая обособленную конструкцию и компоновку, но не заключенная в отдельный корпус (кожух).

Прибор – заключенное в отдельный корпус устройство или несколько функционально взаимосвязанных устройств.

Измерительная установка – это системная совокупность функционально взаимосвязанных или несвязанных приборов, устройств, вспомогательных конструктивных элементов, предназначенная для измерения одного или нескольких измеряемых факторов. Измерительная установка может состоять из нескольких конструктивно обособленных частей, каждая из которых включает в себя один или несколько приборов (устройств). Обычно в установке можно различить части, каждая из которых обеспечивает выполнение относительно самостоятельной функции. Если эти части установки расположены (локализованы) каждая в одном ее месте, их называют блоками установки. Установку, четко разделенную на такие блоки – называют блочной.

Измерительная система часто состоит из 2 разделенных расстоянием блоков: один закреплен на объекте измерения и может перемещаться вместе с ним, другой на том или ином расстоянии от первого, он стационарный – это блок оператора.

Телеметрия (tele+metreo далеко+измеряю) – измерение на расстоянии. Применяют, если измеряемый объект по роду своей двига-

тельной активности перемещается, отдаляясь от оператора на несколько метров и далее (даже на километры), либо если характер движений объекта таков, что проводники, связывающие его с блоком оператора, неизбежно запутываются и могут порваться или существенно мешают движениям, и потому проводная связь между блоками объекта и оператора не годится для передачи сигнала. Это относится и к механической связи между блоками объекта и оператора.

Идея данного типа телеметрических систем в том, что датчики, усилитель и часть преобразовательной системы устанавливаются на объекте измерения, удаленном от оператора, а вторая часть преобразовательной системы и регистратор – у оператора. Связь осуществляется электромагнитными колебаниями (обычно радиоволнами).

Идея другого типа телеметрических систем: на движущемся объекте стоит излучатель или отражатель, остальные части измерительной системы находятся у оператора, расположенного в пределах прямой видимости на расстоянии до нескольких сот метров. Путь, траекторию, скорость и ускорение объекта можно определить лоцированием: направленная приемная антенна «следит» за объектом, принимая отраженный от него сигнал, и по изменениям ее положения можно рассчитать названные характеристики.

Иногда говорят о проводной телеметрии, когда от датчиков, поставленных на удаленном объекте, сигнал идет к основной части измерительной системы по проводам. Однако нет критерия, по которому можно было бы сказать, начиная с какой длины проводов или удаленности объекта можно считать установку телеметрической.

Очень важно, чтобы уровень (амплитуда) сигнала, снимаемого с датчика (прибора, устройства), был, пусть с допустимым приближением, пропорционален уровню измеряемого фактора. Это свойство называют линейностью датчика (устройства, прибора) и линейным соответствием сигнала измеряемому фактору. Отклонения от пропорциональности, т. е. проявления нелинейности, не должны выходить за пределы, обеспечивающие требуемую точность измерений.

Чувствительность датчика или прибора определяется его порогом чувствительности и разрешением (порогом различения, дифференциальным порогом).

Порог чувствительности – это наименьшая величина измеряемого фактора, на которую реагирует датчик (устройство, прибор), т. е. которая вызывает появление его сигнала.

Разрешение датчика (устройства, прибора) – то наименьшее изменение измеряемого фактора, на которое реагирует датчик (уст-

ройство, прибор), т. е. то, которое вызывает изменение сигнала датчика (выдаваемого датчиком); другими словами, это то наименьшее различие между двумя значениями измеряемого фактора, при котором датчик (устройство, прибор) реагирует на эти значения как на различные, позволяя заметить различие.

Верхний порог датчика. Это важная характеристика датчика (измерительного устройства, прибора) – предельное для него значение (уровень значения) измеряемого фактора, т.е. такое значение, превышение которого либо уже не изменяет величину сигнала (по сравнению с его величиной при предельном значении измеряемого фактора), либо опасно для датчика (устройства, прибора), может его повредить. Разумеется, при измерениях недопустимо забывать о верхнем пороге датчика.

Погрешность (ошибка) измерения – отличие результата измерения от истинного значения измеряемого фактора.

Абсолютная погрешность (δ) – абсолютное значение погрешности, которое выражается в тех же единицах, что и значение измеряемого фактора. $\delta = A_0 - A$, где A_0 – истинное значение измеряемого фактора, A – его значение, полученное измерением (измеренное значение).

Относительная погрешность – отношение абсолютной погрешности к некоторой фиксированной величине, т. е. частное от деления абсолютной погрешности на эту величину.

Действительная относительная погрешность – отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемого фактора: $\delta_{\text{од}} = \delta/A_0$.

Приведенная относительная погрешность — отношение абсолютной погрешности к максимальному значению шкалы измерительного прибора (устройства): $\delta_{\text{оп}} = \delta/A_{\text{max}}$. Приведенная относительная погрешность ($\delta_{\text{оп}}$) характеризует класс точности измерительного прибора (устройства).

Если измерение рассматриваемого фактора связано с измерением несколькими приборами (устройствами), то суммарную ошибку (δ_{Σ}) вычисляют по формуле $\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots + \delta_n^2}$.

4.2.2. Датчики и «задатчики»

Датчик – измерительный преобразователь воздействия измеряемого фактора в сигналы той или иной физической модальности. Чаще

всего датчик преобразует воздействие на него измеряемого фактора в электрический сигнал, но не обязательно: сигнал на выходе датчика, «снимаемый» с него, может быть и механическим, и электромагнитным (световым, радиоволновым и др.), тепловым, звуковым, химическим. Сигнал, снимаемый с датчика, часто очень слаб, и чтобы преобразователь и регистратор нормально приняли и обработали его, нужно предварительно подать его на усилитель, где амплитуда (сила) сигнала увеличивается до значений, позволяющих преобразовывать его без искажений и после этого (непосредственно, если преобразователь не предусмотрен) фиксировать.

Датчики различают по принципу реагирования на измеряемый фактор, по физической сущности выходного сигнала (чаще он электрический, но, как сказано выше, не обязательно), по чувствительности, механической прочности, по конструкции и размерам.

«Задатчик». Нередко интересующий нас предмет измерения трудно воспринять непосредственно, и тогда он задается косвенно как некоторый фактор, изменяющий другой фактор, и датчик воспринимает этот другой, опосредствующий фактор или его изменения. Чаще всего таким опосредствующим фактором служит электромагнитное (световое, радиоволновое) или электрическое поле, создаваемое особой частью измерительной установки – задатчиком. Например, лазер или обычный источник света, источник электрического напряжения, постоянный магнит или электромагнит. Изменение светового потока, электрического тока, магнитного поля или вызываемые в таком случае изменения другой физической величины становятся измеряемым фактором, улавливается датчиком и преобразуется им в соответствующий сигнал.

Но во многих случаях датчик может воспринимать измеряемый фактор и без образованного «задатчиком» силового поля: например, датчиком в обычном кистевом динамометре служит плоская пружина в форме замкнутого овала или две цилиндрические пружины с упорами на концах, меняющие свою форму в результате давления пальцами сжимаемой кисти. Датчиком температуры служит *термопара*: соединение 2 стержней или пластинок из разных металлов либо сплавов, разность электрических потенциалов которых меняется в зависимости от тепла, получаемого от исследуемого тела. Так же работает бытовой термометр: в нем от тепла расширяется ртуть или спирт.

Пластины термопары соединены одними концами, и это соединение воспринимает температуру тела (рис. 4.1, а), с других (свобод-

ных) концов снимается разность электрических потенциалов (электрическое напряжение). Датчиком температуры может служить закрепленная одним концом биметаллическая пластинка (рис. 4.1, б), которая из-за различия коэффициентов расширения соединенных в ней (одной стороной) металлов при нагревании изгибается, свободный конец пластины перемещается, через систему рычажков двигая стрелку по шкале (биметаллический датчик температуры).

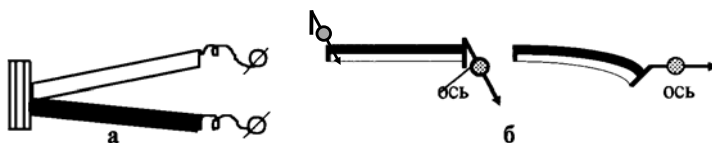


Рис. 4.1. Биметаллические датчики:
а – термопара; б – датчик температуры

Важны размеры, масса и прочность датчика; часто, например, требуется, чтобы он был миниатюрным, легким, не боялся сотрясений и даже ударов. Большое значение имеет и способ его крепления: оно должно быть надежным и не должно вносить помехи в функцию объекта измерения. К телу спортсмена датчики можно приклеивать к коже, закреплять ремнями, тесемками, лейкопластырем или клейкой лентой, прикреплять к одежде. Датчики, непосредственно не контактирующие с телом спортсмена, могут быть механически закреплены в измерительном устройстве. Некоторые датчики вообще не нужно закреплять (например, сейсмодатчик просто кладут на дорожку стадиона, микрофон держат в руках или кладут на стол).

Еще одна характеристика – *надежность* функции датчика: это вероятностная характеристика степени безотказности его работы, количественное значение надежности есть значение вероятности удовлетворяющего нас функционирования, невзирая на помехи и нестандартность условий (разумеется, в заданных пределах).

4.2.3. Усилители

Усилитель должен не только усиливать сигнал с датчика, т. е. увеличивать его амплитуду, но и производить это с возможно меньшими искажениями. В качестве усилителей в подавляющем большинстве случаев применяют усилители электрического тока либо напряжения. Искажения бывают нескольких типов.

1. *Нелинейность* усиления, т.е. непропорциональность отношения приращений (ΔA) величины (количественного значения) сигнала на

выходе усилителя к соответствующим приращениям (ΔB) величины сигнала на его входе (отношения приращений усиленного сигнала к соответствующим приращениям исходного сигнала). Нелинейность, если она наперед известна, например, если построена так называемая *тарировочная* (*калибровочная*) кривая, можно учесть применением соответствующей неравномерной (нелинейной) шкалы прибора (устройства). Либо при равномерной шкале всякий раз по тарировочной кривой пересчитывать полученное на выходе усилителя значение сигнала, и если данные записываются на компьютере, пересчет может происходить автоматически по программе, отражающей эту нелинейность.

Если характер нелинейности усиления меняется в зависимости от внешних факторов, нужно перед каждой серией измерений, проходящей в стабильных условиях, строить тарировочную кривую, определяя таким образом нелинейность. Если нелинейность меняется по мере нагревания прибора в ходе его работы, нужно сначала вывести его на стабильный режим, дав прогреться (для разных приборов – от 10 мин до 1 часа). Если же нелинейность усиления не изучена, такой усилитель можно применять лишь в тех случаях, когда достаточно только определять, есть сигнал или его нет.

2. *Смещение* значений на известную нам величину. В таком случае из результата на выходе усилителя алгебраически (т. е. с учетом знака) вычитается эта величина. Часто причина смещения в плохом заземлении или нагревании прибора. Поправив заземление прибора или прогрев прибор работой «вхолостую», его выводят на режим с известным постоянным смещением выходного результата.

3. *Наводки* – искажения, индуцируемые (возбуждаемые) посторонними (чаще всего электрическими, но не только) помехами: близко расположенной проводкой электросети, недалеко работающим электромотором, разного рода искрением, а иногда и атмосферными электрическими помехами, магнитными полями, колебаниями температуры среды, громкими звуками, вибрацией и др.). От наводок предохраняются экранированием прибора и ведущих к нему и от него проводов, электрическими фильтрами (основу которых составляют нужной емкости конденсаторы), звукоизоляцией, креплением приборов на подвеске или поролоновой подушке.

Усиление сигнала (а это значит увеличение его энергии) происходит за счет энергии специального вспомогательного ее источника. При этом обязательно нужно позаботиться о том, чтобы сам этот источник не вносил существенных искажений в процесс усиления сиг-

нала. Иногда используют дополнительные электрические фильтры. Обычно применяют усилители электрического тока или напряжения, но применяют и другие: усилители механических, звуковых, световых сигналов. Для этого используют механические (рычажные, зубчатые, шкивные), пневматические, гидравлические, электрические, электро-механические устройства.

Усилители могут выполнять и другие функции помимо усиления сигнала. Пример – *тензоусилители*.

Усилители усложняют установку и к тому же обычно, невзирая на принимаемые меры, вносят те или иные искажения в сигнал, поэтому их применяют только в случаях, когда сигнал с датчика слишком слаб и его нельзя с желаемой точностью измерить, записать, передать на расстояние с неизбежной при этом потерей его мощности.

4.2.4. Преобразователи

Преобразователи служат для перевода сигнала из одной физической величины (или из одного вида энергии), почему-либо неудобной или непригодной для его измерения, фиксации либо передачи в следующую часть измерительной системы, в другую физическую величину (в другой вид энергии). Например, в телеметрических системах сигналы датчиков, установленных на теле спортсмена, кодируют, преобразуют в электрические колебания радиочастоты, а затем через антенну радиопередатчика в радиоволны определенной длины, принимаемые затем настроенным на эту частоту радиоприемником, где они усиливаются и раскодируются, а иногда перекодируются.

Преобразование может быть и более простым: например, деформация плоской пружины кистевого динамометра посредством системы рычагов и зубчатых колес преобразуется в движение стрелки по круговой шкале. Здесь преобразователь представлен простым механическим устройством, механизмом из нескольких деталей.

Преобразование может заключаться и в изменении формы или характера сигнала: например, можно модулировать сигналом генерируемые специальным источником постоянные по частоте и амплитуде электромагнитные колебания (радио или световой частоты), которые называют несущими, затем их детектировать, вновь выделяя этот сигнал в «чистом» виде. Можно дискретизировать аналоговый (непрерывный) сигнал, переводя его в форму, приемлемую для компьютера, можно, наоборот, преобразовывать дискретный сигнал в аналоговый, приемлемый для аналоговых устройств.

Разнообразные преобразования измерительной информации производятся на ЭВМ, где, например, данные о скорости в рассматриваемом интервале времени могут быть интегрированием преобразованы в значение пройденного пути, а время фазы полета – в высоту подъема («подлёта») с.м.т. Вычислительные машины и устройства бывают *цифровые* (ЦВМ) и *аналоговые* (АВМ). Цифровые могут быть механическими (но их сейчас практически уже не используют) и электронные – всем знакомые компьютеры, калькуляторы, микропроцессоры. Наиболее широкое распространение получили персональные цифровые электронные машины (ПЭВМ). Измерительную информацию в ЭВМ можно вводить только в дискретной, цифровой форме, о чем выше упомянуто. Поэтому, если информация носит непрерывный (аналоговый) характер, например, данные о пути, времени, скорости, силе и т.п., нужен дополнительный преобразователь этой информации в дискретную, а именно, в цифровую форму. Это *аналого-цифровой преобразователь* (АЦП), представляющий собой специальную электронную плату, подключаемую к ЭВМ, у которой для этого имеется входной порт. Во многих ЭВМ АЦП предусмотрен конструкцией, содержится в ней.

АВМ бывают механические, пневматические, гидравлические, магнитоэлектрические, радиотехнические, электронные. Это наборы по тому или иному плану (в зависимости от принятой математической модели исследуемого процесса) соединяемых устройств-схем, функция каждой из которых выполняет некоторую математическую операцию (сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в нужную степень, извлечение корня нужной степени, дифференцирование, интегрирование и др.). Входы и выходы этих схем соединяют в цепи в соответствии с некой математической моделью, и на выходе последней схемы получают искомый результат. Факторы, определяющие в конечном счете измеряемый фактор, подаются на вход (входы) АВМ, значение измеряемого фактора получают на выходе. Если вводимые факторы не аналоговые, а дискретные, цифровые, то предварительно ставят цифроаналоговый преобразователь (ЦАП).

Преимущество АВМ сказывается при больших сериях измерений по одной математической модели: результаты получают мгновенно. Недостатки АВМ в трудоемкости перенастройки АВМ на другую модель процесса, из-за чего их невыгодно использовать для одиночных или малосерийных измерений, а также в невысокой точности получаемых результатов. Преимущество ЦЭВМ (или просто ЭВМ) в лег-

кой смене программ и высокой точности, простоте фиксации входных данных и результатов и дальнейших манипуляций с ними, а также в универсальности. Серьезный недостаток – возможны большие погрешности при дифференцировании.

В механических преобразователях используют различного рода рычаги, тяги, толкатели, зубчатые колеса, винтовые, ременные, цепные и фрикционные (основанные на трении) передачи. В электрических преобразователях используют сопротивления, электромагнитные реле, соленоиды (катушки самоиндукции), конденсаторы, трансформаторы, умформеры (преобразователи напряжения постоянного тока: соединение генератора напряжения с электромотором), выпрямители. Механические преобразователи нередко более доступны в «самодеятельном» изготовлении, чем другие, пусть более совершенные. Поэтому их широко используют в практике.

4.2.5. Регистраторы

Регистраторы (регистрирующие системы, приборы, устройства) могут выдавать аудиовизуальную («слухо-зрительную») информацию или ее запись. *Индикаторами* чаще называют регистраторы, дающие информацию типа «да – нет», т. е. достигает измеряемый фактор некоторого порогового (для индикатора) значения или не достигает. Либо в другом варианте: переходит ли измеряемый фактор некоторый верхний порог – наибольшее допустимое значение. Однако подчас индикаторами называют и градуальные (показывающие количественные значения) регистраторы. Градуальные регистраторы фиксируют значения измеряемого фактора в диапазоне от порога чувствительности до верхнего порога. Такие регистраторы представлены различного рода шкальными устройствами, аудио- или видеоманитофонами, самописцами, электронно-лучевыми и шлейфовыми (шлейфными) осциллографами, ЭВМ.

Шкальные регистраторы бывают стрелочными и световыми: стрелка или световое пятно перемещается по шкале. Шкалы бывают цифровые и цветные (каждому цвету соответствует определенный интервал значений измеряемого фактора).

Электронно-лучевые осциллографы нередко используют как осциллоскопы, т. е. без записи измерительной информации. Если наблюдаемый процесс строго циклический (циклы повторяют друг друга), при некоторой подобранной частоте *развертки* (базового горизонтального равномерного перемещения луча) изображение на экране

в виде графика «стоит» неподвижно, что достигается благодаря кратковременному постсвечению (послесвечению) покрытого изнутри люминисцирующим веществом экрана. Но если требуется измерить единичный процесс, нужно, чтобы картинка на экране долго не пропадала: это позволяет ее проанализировать. Поэтому бывают осциллографы с длительным (до нескольких часов) «запоминанием» на экране полученного графика измеряемой величины. График получается потому, что световое пятно по горизонтали (развертка) движется с заданной постоянной скоростью, тем самым задавая масштаб времени и временную координату по оси абсцисс, а сигнал вызывает пропорциональное его силе смещение светового пятна вверх либо вниз (в зависимости от знака сигнала), определяя в заданном масштабе координату по оси ординат. Бывают 2-х, 3-х и многолучевые (2-х, 3-х и многоканальные) осциллографы, рисующие графики сразу нескольких измеряемых факторов.

Существуют и такие электронно-лучевые осциллографы, у которых 2 измеряемых фактора можно отображать один на оси абсцисс, другой на оси ординат, т. е. показать зависимость одного от другого. На экране возникает изображение *годографа* радиусов-векторов точек, репрезентирующих взаимозависимость 2 измеряемых факторов. Годограф – линия, проходящая через концы изменяющегося во времени радиуса-вектора. По годографу можно проследить характер изменений 2-мерной векторной величины.

Изображение на экране электронно-лучевого осциллографа (ИЭЛ – индикатор электронно-лучевой) можно фиксировать фотографированием, переводом на бумагу «на просвет», срисовыванием.

Самописцы и шлейфовые (шлейфные) осциллографы на выходе дают графики на фотобумаге, тепловой бумаге или фотопленке. Самописцы часто бывают 1–4-канальные, но иногда каналов значительно больше. Осциллографы могут иметь до 60–80 каналов.

Шлейфами нередко условно называют сменные гальванометры, помещаемые в поле сильного постоянного магнита (это поле неизменно). В действительности же шлейф – деталь этого гальванометра, проволочная петля или рамка, к которой прикреплено миниатюрное зеркальце, отражающее луч света от сильного источника, проникающий внутрь гальванометра через прозрачное окошко в корпусе. Гальванометр имеет вид цилиндра, длина которого много больше диаметра. Каждый гальванометр «обслуживает» один измеряемый фактор, т. е. один канал. Шлейф (рис. 4.2) представляет собой 2 расположенных

рядом и параллельно проводника, по которым ток сигнала течет в противоположных направлениях. Так как гальванометр помещен в сильное постоянное магнитное поле, возникают 2 одинаковые противоположные по направлению так называемые *силы Лоренца* (тут можно говорить и о силе Ампера). Они образуют пару сил и потому скручивают шлейф на угол, пропорциональный силе тока сигнала (сопротивление скручиванию оказывает упругий элемент шлейфа; в рабочем диапазоне упругие силы сопротивления повороту шлейфа практически пропорциональны величине скручивания).



Рис. 4.2. Шлейф

При скручивании шлейфа прикрепленное к нему зеркальце меняет направление отраженного луча, который выходит через то же прозрачное окошко в корпусе гальванометра, через которое проник внутрь него. Через оптическую систему отраженный луч падает на равномерно передвигаемую *лентопротяжным механизмом* фотобумагу или фотопленку, вычерчивая график сигнала по времени. Скорость движения бумажной ленты (пленки) задается в зависимости от ожидаемой быстроты изменений сигнала. Зная скорость протяжки бумаги (пленки), получаем отсчет времени (по оси абсцисс). Часто имеется механизм графической отметки на бумаге (пленке) отдельными «зубцами» заданных равных временных промежутков. Диапазон доступных скоростей обычно от 0,5 мм/с до нескольких (даже десятков) м/с. В настоящее время ЭВМ вытесняют осциллографы.

Гальванометры («шлейфы») бывают разной чувствительности, обозначаемой обычно номерами — чем больше номер, тем чувствительнее гальванометр, и тем ниже его верхний порог, превышение которого выводит гальванометр из строя.

Самописцы бывают *перьевые, струйные, с тепловым пером, с фотозаписью, с магнитной записью*. Пером называют тонкую трубочку, отклоняющуюся от нейтрального положения в ту или другую сторону на расстояние, пропорциональное силе тока сигнала и в соответствии с его направлением. Через перо на бумажную ленту подается специальная паста или чернила. Тепловое перо — тонкий подогре-

ваемый током стерженек, перемещение которого по тепловой бумаге (она двухслойная) ведет к расплавлению верхнего слоя в месте касания пером бумаги. Так как нижний слой бумаги («основа») другого цвета, получается график. Струйная запись осуществляется тоже через тонкие трубочки, они либо неподвижны, а напор чернил в трубочке (и выбор «срабатывающей» трубочки, если в пишущем узле их несколько) управляется, либо перемещаются, почти контактируя с бумагой. Запись на магнитной ленте (посредством записывающей магнитной головки) не видна, но позволяет считывать сигнал посредством другой магнитной головки (читающей) и выводить его в цифровом или графическом отображении на экран дисплея.

К регистраторам можно отнести фото-, кино- и видеосъемочные камеры, счетчики импульсов, «запоминающие» устройства.

4.2.6. Микропроцессоры и компьютеры в измерительных системах

Сейчас все чаще в качестве регистраторов используют персональные ЭВМ, которые обеспечивают и визуальное наблюдение результатов измерений по их ходу, и их фиксацию (запись), и последующие их преобразования и сравнения. Помимо записи на магнитные диски, можно осуществлять запись посредством соединенных с ЭВМ принтеров (матричных, струйных, лазерных) и графопостроителей. Записи можно не только сохранять, но и (при наличии соответствующих программ) проводить быстрый их поиск, сравнивать их между собой, показывать одновременно, проводить их математическую, в том числе статистическую обработку, рисовать графики и даже графические рисунки. Современные компьютеры обладают таким высоким быстродействием, что способны производить очень сложные операции за короткое время.

Миниатюризация и совершенствование технологии производства полупроводниковой техники сделали доступными мощные микропроцессоры, способные по определенной программе управлять механическими устройствами, в том числе помогающими в двигательном обучении – и в том числе устройствами, принудительно определяющими движения тела и телодвижения спортсмена.

В современных компьютеризованных установках можно отслеживать движение выбранных и отмеченных точек на объекте измерения путем количественной оценки их координат и изменения координат с последующим анализом в соответствии с формулами механики. В ка-

честве исходного отображения движений объекта можно использовать кино- или видеозапись. Компьютерная система по специальной программе отцифровывает «картинку»: переводит визуальное изображение в цифровой массив, отражающий координаты точек изображения. Отцифровывают и контрольные точки – их координаты отслеживают через каждые, например, 0,04 с. Это позволяет определить их скорости и ускорения, а по ускорению и характеристикам тела – приложенные силы и моменты сил. Пока такие системы очень дороги и практически недоступны большинству заинтересованных. Однако можно предвидеть быстрое снижение цен.

4.2.7. Измерительные системы

Измерительные системы, применяемые в физическом воспитании и спорте, в подавляющем большинстве случаев резко отличаются от тех, которые применяют исследователи или технологи в области естественных наук и в промышленности. Это легко понять: в физическом воспитании и спорте измеряют в основном человека – его тело, движения и психику.

Именно поэтому широкое применение находит разнообразная медицинская измерительная аппаратура: электро-, балисто- и эхокардиографы, электромиографы, энцефалографы, приборы для измерения черезкожного электрического сопротивления и потенциалов референтных точек, аппаратура для антропометрических измерений, измерения кровяного давления, проведения биохимических анализов и др. Однако для измерения параметров спортивных систем движений нужна аппаратура другого рода, более близкая к той, которой пользуются механики, но в то же время адаптированная к задаче измерения движений человека.

Измерительные системы, применяемые в физическом воспитании и спорте, должны быть по возможности портативными и легкими, чтобы без особого труда переносить их с места хранения к месту проведения измерений, чтобы они не парализовали нормальную тренировочную работу занимающихся, не участвующих (по крайней мере в данный момент) в измерениях.

Некоторые измерительные системы для работы нуждаются лишь в электрических батарейках, но многим необходимо более мощное электропитание. В таких случаях на месте проведения измерений должен быть достаточный источник питания для измерительной системы: химические батареи, аккумулятор либо электросеть: проводка электросети с розеткой.

Измерительную установку (систему), собранную из конструктивно и пространственно автономных блоков (каждый из которых может включать один или несколько конструктивно связанных приборов и устройств), называют *блочной*.

Измерительные установки собирают в большинстве случаев по универсальной схеме, показанной на рис. 4.3. Как видно на рисунке, измеряемый фактор непосредственно влияет на *датчик*.



Рис. 4.3. Блок-схема измерительной установки. Тонкими линиями очерчены блоки, которых может в установке и не быть.

Соответственно и связи с ними показаны тонкими стрелками, обязательные связи – жирными

Сигнал с датчика поступает или непосредственно на вход регистратора (это показано жирной стрелкой), или, если сигнал должен быть предварительно усилен и (или) преобразован, он подается на вход усилителя и (или) преобразователя (которые в таком случае включаются в измерительную систему; нередко они совмещены в одном приборе), и лишь затем – с выхода усилителя или преобразователя на вход регистратора (это показано дополнительными тонкими участками стрелок, связанными с блоком «Усилители, преобразователи»).

Особняком среди измерительных систем стоят системы, основанные на использовании в качестве входных данных материалов кино- и видеосъемки, т. е. своего рода визуальной или магнитной модели объекта, подлежащего измерению.

Более доступны, но и трудоемки фото - и кинциклография, позволяющие определять перемещения (а расчетным путем скорости и ускорения) контрольных точек тела. *Циклограмма* представляет собой изображение траекторий контрольных точек тела в виде пунктирных линий. Расстояние между двумя соседними точками соответствует пути (в соответствующем масштабе), пройденному точкой за фиксированный интервал времени (поскольку все соседние точки разделяет одинаковый временной интервал, например 0,01 с).

Поделив расстояние между двумя рассматриваемыми соседними точками на этот интервал времени, получаем значение средней скорости за этот интервал. Если он очень мал, то значение скорости очень близко к мгновенному. Если разность скоростей на соседних участках разделить на тот же интервал времени, получим значение среднего за интервал ускорения, а так как интервал очень мал, можно принять его (конечно, с некоторой погрешностью) за мгновенное ускорение. С учетом характеристик тела можно приблизительно вычислить приложенные к телу силу и момент силы (пары сил).

Многие измерения проводят, используя оптронные пары: комбинацию из светоизлучателя и светоприемника.

4.3. Механические измерительные устройства

В механических динамометрах, предназначенных для измерения силы в процессе движения, можно использовать и трение, управляя изменением его силы, а тем самым силы сопротивления активному движению, и гидродинамическое сопротивление. Эти факторы задаются программой измерений. Механические динамометры, позволяющие измерять силу не в изометрическом, а в преодолевающем режиме телодвижения, могут быть построены и на других принципах: на преодолении гравитации и силы инерции.

В первом случае это некоторый дозированный груз (силы сопротивления – его масса, сила трения между деталями динамометра, сила инерции грузов; последнюю принимают во внимание, если ускорение существенно). Динамометры, на которых измеряют силу при движении с постоянной скоростью, часто неверно называют изокINETическими, тогда как следует называть изокINETическими.

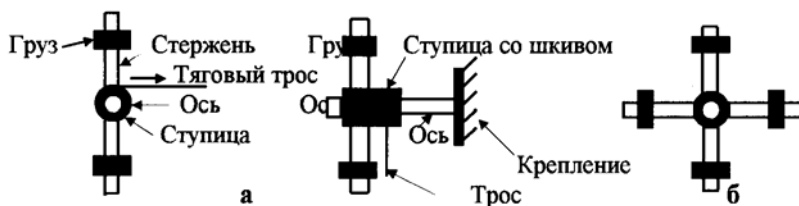


Рис. 4.4. Инерционные динамометры: а – маятник Обербека (спереди, сбоку); б – «мальтийский крест» (спереди)

Динамометры, в которых основная часть сопротивления – сила инерции, называют инерционными. Основная часть инерционного динамометра – так называемый «маятник Обербека» (рис. 4.4, а) или «мальтийский крест» (рис. 4.4, б). Это устройство закреплено на валу 1 и вращается (разгоняется) вместе с ним под воздействием троса 2, намотанного на вал или надетый на этот вал шкив. Трос тянет испытуемый. Грузы 3 можно перемещать и закреплять ближе к ступице 4 или дальше от нее, что соответственно уменьшает или увеличивает момент инерции маятника, а следовательно отношение величины инерционного сопротивления к ускорению троса. При этом величина силы F воздействия на инерционный динамометр определяется как частное от деления произведения углового ускорения ε и момента инерции I вращающегося устройства (т. е. $I \times \varepsilon$) на плечо d приложенной к тросу силы тяги: $F = I \times \varepsilon / d$.

Механический метод лежит в основе некоторых методик измерения пути и скорости как линейной (поступательного движения), так и угловой (вращательного движения). Если нужно измерить малый путь или скорость на малом пути, могут быть использованы тяги, поводки, рычаги, одним концом соединенные с наблюдаемой точкой, а другим – с регистрирующим механизмом. Механизм, регистрирующий путь, обычно прост: например, второй конец тяги или рычага оформлен как стрелка, скользящая по линейной или изогнутой шкале. Либо на общей с поводком оси ставят храповой механизм, и стрелка регистратора перемещается только в одном направлении. Либо через систему зубчатых передач вращение передается на цифровые барабаны, выдающие числовую информацию.

В основе систем для измерения больших перемещений иная схема. Катушка (бобина) с намотанной леской, свободным концом прикрепленной к контролируемой точке тела спортсмена или движущегося предмета, при его перемещении вращается.

Вращение зубчатой или фрикционной передачей преобразуется в движение регистрирующего механизма — стрелочного, записывающего, цифрового.

Для измерения суставных углов и небольших угловых перемещений служат гониометры. Механический гониометр состоит из 2 продолговатых браншей (на рис. 4.5, а они помечены цифрами 1 и 2), скрепленных плоским шарниром (3) пластин, закрепленных на сочленяющихся звеньях тела так, чтобы центр шарнира оказался на оси

сустава. К одной бранше прикреплена шкала в форме транспорта, к другой – стрелка-указатель 4 (см. рис. 4.5, а).

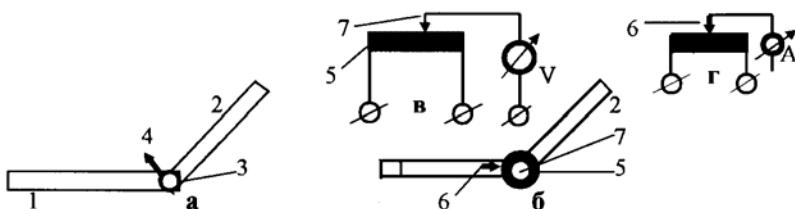


Рис. 4.5. Гониометры: а – механический гониометр; б – электрический гониометр; в – потенциометр; г – реостат: 1 и 2 – бранши; 3 – плоский шарнир, соединяющий бранши гониометра; 4 – стрелка, закрепленная на правой бранше, круговая шкала (не показана) – на левой; 5 – сопротивление потенциометра (закреплено на правой бранше); 6 – подвижный контакт потенциометра (закреплен на левой бранше); 7 – круговой потенциометр

Схемы измерения скорости (поступательной, угловой) аналогичны схемам измерения перемещения: вращение через зубчатую или ременную передачу (или систему передач) преобразуется в функцию стрелочного, записывающего или цифрового регистратора.

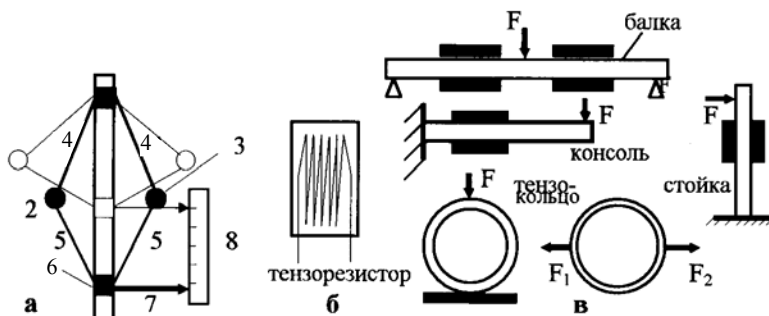


Рис. 4.6. Воспринимающие устройства: а – инерционный (центробежный) преобразователь: 1 – вал, вращающаяся со скоростью, соответствующей скорости измеряемого объекта; 2 и 3 – грузы; 4 – стержни, соединяющие грузы с осью; 5 – стержни, соединяющие грузы с подвижной муфтой 6, с которой соединена стрелка 7; 8 – шкала. Тонкими линиями показано состояние устройства при быстром вращении оси, т. е. при большой скорости измеряемого объекта; б – проволочный тензорезистор; в – силоизмерительные элементы

Если движение поступательное, оно часто предварительно преобразуется во вращательное движение конструктивного элемента измерительной системы. Во многих случаях в качестве регистратора можно применять устройство, основанное на возникновении центробежной силы $F_{цб}$ при вращении симметрично расположенных одинаковых грузиков 2 и 3 (см. рис. 4.6, а; здесь принцип тот же, что в предохранительном клапане Уатта).

Во всех случаях измерения силы или скорости можно наблюдать либо записывать весь процесс в наблюдаемом интервале времени или пространства, но можно фиксировать и только максимальное значение, достигнутое в данном интервале – тогда прибор (устройство) называют максимальным (динамометром, спидометром).

4.4. Электрические и механоэлектрические измерительные устройства

Электрические методы измерения основаны на измерении электрических потенциалов или их разности, силы тока или электрического сопротивления. К электрическим методикам относят измерения биотоков нервов и мышц (электроэнцефалография, электрореография, электромиография, электрокардиография), измерение электрических потенциалов или температуры тех или иных точек объекта (электропотенциометрия, электротермометрия), измерение электрического сопротивления кожи (так называемое электрокожное или транскожное (черезкожное) сопротивление – ЭКС, ЧКС).

Широко применяются и электрические методы, которые можно назвать *механоэлектрическими*, где основа – электрический метод, но измеряемый фактор сначала воспринимается и преобразуется механическим устройством, а это устройство вносит изменения в электрическую часть измерительной системы. Примером может служить электрогониометр (см. рис. 4.5, б), в котором соосно шарниру, соединяющему бранши, крепится корпусом к бранше 1 и поводком подвижного контакта к бранше 2 круговой потенциометр (или реостат). Изменение угла между браншами пропорционально изменяет ту часть сопротивления потенциометра, с которой снимается напряжение, поэтому изменение сигнала с потенциометра пропорционально изменению суставного угла. Принципиальные схемы потенциометра и реостата показаны соответственно на рис. 4.5, в и г.

Принцип работы реостата – изменение расположения подвижного контакта на сопротивлении (проволочном, угольном) меняет длину его рабочей части, а потому и силу проходящего через него тока, который измеряется амперметром А. Принцип работы потенциометра: на контакты постоянного сопротивления подается напряжение V_0 . С одного из этих контактов и с подвижного контакта снимается часть этого напряжения, измеряемая вольтметром V .

Потенциометр или реостат могут входить в конструкцию пружинных динамометров: подвижный конец деформируемой пружины соединяется с подвижным контактом потенциометра (реостата).

Другой распространенный механоэлектрический метод – *тензометрия*. *Тензосопротивление (тензорезистор)* – это проводник, существенно меняющий свое электрическое сопротивление при растягивании. Так механическая деформация тензорезистора преобразуется в изменение силы проходящего через него электрического тока. Наиболее распространено проволочное тензосопротивление (тензорезистор): сложенная в плоскую гармошку очень тонкая проволочка из сплава, сильно реагирующего на растягивание изменением электрического сопротивления (рис. 4.6, б). В несколько растянутом состоянии она с обеих сторон приклеена к плотным бумажным или пластмассовым прямоугольничкам (размеры тензосопротивления обычно от нескольких до 10–20 мм. Оба конца проволочки выведены наружу. Тензосопротивление (тензорезистор) наклеивают на упругий, деформируемый измеряемым фактором конструктивный элемент – балочку, стойку, кольцо (рис. 4.6, в). Особый вид балки – консоль. Упругий конструктивный элемент с наклеенными на него тензосопротивлениями называют силоизмерительным элементом.

При деформации упругого элемента под действием измеряемого фактора приклеенные к нему тензосопротивления удлиняются или укорачиваются в зависимости от того, где они приклеены, соответственно меняя свое электрическое сопротивление. Тензорезисторы, если их 4, соединяют по схеме моста сопротивлений (рис. 4.7, а), если их 2 – по схеме полумоста (рис. 4.7, б).

Каждый из фрагментов sm , mn , np , ps моста называют его плечом, sn – его питающая диагональ, на которую подается разность электрических потенциалов (напряжение) от источника тока G ; mp – измерительная диагональ, в которую через клеммы k_1 и k_2 включен милливольтметр mV . Поскольку для одного моста подбирают тензорезисторы с практически одинаковым сопротивлением, сила тока в ветвях

smp и srp одинакова, так что падение напряжения в каждом плече моста тоже одинаковое. Поэтому разность потенциалов между точками m и p (измерительная диагональ) равна 0. Такое электрическое состояние называют балансом моста. Но если из-за деформации упругого элемента тензосопротивления 1 и 4 растягиваются (их электрическое сопротивление возрастает), а 2 и 3 укорачиваются (сопротивление уменьшается), происходит разбалансировка моста: на плечах sr и mp падение напряжения больше, чем на плечах sm и rp , и между точками m и p возникает разность потенциалов, определяемая вольтметром как амплитуда сигнала, снимаемого с моста.

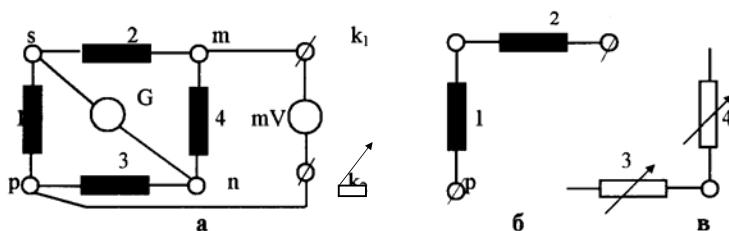


Рис. 4.7. Соединение тензосопротивлений по мостовой схеме: а – мост тензосопротивлений; б – полумост тензосопротивлений, в – дополняющий полумост тензоусилителя (переменные «подстроечные» сопротивления)

Так работает тензомост, образуемый 4 тензосопротивлениями. Если тензосопротивлений только 2, они могут образовать полумост, который нужно дополнить до моста, добавив недостающие 2 плеча (рис. 4.7, в). Такое дополняющее устройство имеется во многих тензоусилителях: это регулируемые («подстроечные») сопротивления, их величина устанавливается равной сопротивлению тензорезисторов измерительного полумоста. Сигналы с тензомоста обычно слабы и требуют усиления. Однако использование обычного усилителя не решает всех задач, нужен тензоусилитель. Его функции таковы.

1. Как уже было сказано, если у нас полумост, тензоусилитель позволяет «дополнить» его до моста.

2. Тензоусилитель позволяет усилить сигнал в нужной степени, т. е. настолько, чтобы можно было удовлетворительно его преобразовывать и регистрировать.

3. Тензоусилитель обеспечивает питание моста, т. е. подачу нужного напряжения на питающую диагональ.

4. В тензоусилителе обычно есть милливольтметр, показывающий текущее значение разности потенциалов на измерительной диагонали.

5. Тензоусилитель позволяет балансировать мост. Это значит, что можно при любом значении сигнала с тензомоста свести разность потенциалов на измерительной диагонали к нулю, удобно обозначив тем самым нужную нам точку отсчета. В частности, так ликвидируется дисбаланс моста, появляющийся со временем из-за остаточной деформации силоизмерительных элементов.

Тензоусилители обычно многоканальные (3, 8, 10, 20 каналов). Каждый канал может обеспечить работу с одним тензомостом.

Тензосопротивления можно наклеивать как на элементы измерительной установки, так и на упругие элементы спортивных снарядов, инвентаря, установок и устройств, подвергающихся деформирующим воздействиям измеряемого фактора (на гриф или стойку гимнастической перекладины, на стойку или лезвие конька, на лыжную палку, клюшку, на элементы любых нагружаемых конструкций).

Большое распространение в спорте получили тензодинамометрические (тензодинамографические) платформы, часто называемые просто тензоплатформами. Они бывают 1-, 2- и 3-канальные. Обычно по одному каналу измеряется воздействие на платформу силы, перпендикулярной ее рабочей площадке, по 2 другим каналам – воздействие взаимно перпендикулярных сил, направленных в плоскости рабочей площадки платформы.

Нередко тензодинамографические платформы (тензоплатформы) могут выполнять еще одну функцию – функцию стабелографа, техническое отличие которого от тензоплатформы только в схеме соединения тензорезисторов в мост. Чтобы перейти от функции тензоплатформы к функции стабелографа, нужно лишь соединить тензорезисторы по другой схеме. При этом нетрудно одни и те же тензорезисторы заранее соединить сразу по 2 различным мостовым схемам, и переход от работы одного моста к работе другого осуществлять переключателем. Стабелограф фиксирует текущее значение момента силы реакции опоры испытуемого, стоящего на рабочей площадке, относительно выбранной (балансированием моста) оси. Поэтому с помощью стабелографа можно изучать устойчивость тела человека.

Тензосопротивления бывают не только проволочные, но также фольговые и полупроводниковые (гедисторы). Они дают более мощный сигнал, позволяя нередко обходиться без его усиления. Особенно

эффективны гедисторы. Однако они хрупки, легко ломаются при непосредственных механических воздействиях, и их намного труднее приклеить. Если тензосопротивления плохо приклеены, их длина при деформации упругого элемента не меняется вообще или меняется меньше, чем следует, а значит, сигнала либо вообще не будет, либо он будет с непредсказуемой ошибкой.

Поскольку силоизмерительные элементы (упругие конструктивные элементы с наклеенными тензосопротивлениями) деформируются под действием не только активных сил, но и под действием сил инерции, их используют для измерения ускорений — в акселерометрических датчиках (acceleration – ускорение). Устройства такого акселерометра несложно. К стенке его корпуса – миниатюрной коробочки – одним концом прикреплен стерженек или узкая пластинка, на свободном конце которого (которой) закреплен грузик, а посередине наклеены тензосопротивления (рис. 4.8). При ускорении корпуса акселерометрического датчика грузик «отстает», сила инерции изгибает стерженек (пластинку), эта деформация вызывает изменение длины тензосопротивлений (растягивая одни и укорачивая другие), и возникает сигнал, пропорциональный ускорению.

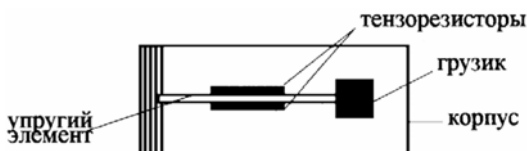


Рис. 4.8. Тензоакселерометр (принципиальная схема)

Часто акселерометры тарируют в g (ускорение свободного падения $g \cong 9,8 \text{ м/с}^2$). Для этого, положив датчик на горизонтальную поверхность, измеряют сигнал с тензорезисторов (результат действия на упругий элемент силы тяжести грузика), затем кладут датчик на противоположную грань и снова измеряют сигнал. Нетрудно понять, что разность в показаниях соответствует $2g$. При такой градуировке об ускорении говорят как о перегрузке: «перегрузка 3 g », «перегрузка 7,4 g » и т.д. Более точные акселерометры градуируют м/с^2 .

Тензорезисторы используют и для регистрации самого по себе факта воздействия на силоизмерительный элемент, и чтобы измерить перемещение или скорость, для чего отмечают на временной шкале каждое из происходящих через малые промежутки времени воздейст-

вий. Обычно используют устройство, включающее в себя упругую пластину с наклеенными тензорезисторами. Воздействие на нее в форме нажатия или короткого толчка вызывает появление сигнала обычно в виде маленького узкого «зубца». Если расстояние между любыми 2 соседними «зубцами» соответствует одному и тому же известному перемещению контрольной точки объекта, количество толчков показывает длину пути, их частота – скорость.

4.5. Электромеханические измерительные устройства

В основе *электромеханических* методов измерения лежит использование электромагнитных явлений. В качестве основных устройств используются электромагниты, соленоиды с подвижными сердечниками (перемещение сердечника изменяет самоиндукцию соленоида), трансформаторы и автотрансформаторы, электромоторы, электрогенераторы (например тахогенераторы: их выходное напряжение пропорционально скорости вращения якоря генератора) постоянного или переменного тока, умформеры (соединение мотора и генератора постоянного тока, позволяющее изменить его напряжение: трансформаторы меняют напряжение только переменного тока).

Якорь – вращающийся барабан, на который приблизительно в плоскостях, проходящих через ось вращения, намотан провод (обмотка якоря). В генераторе якорю придается вращение, и в его обмотке возникает электрический ток. В электромоторе по обмотке якоря пропускают электрический ток, и возникает вращающий момент, который приводит якорь в движение.

Трансформатор – сердечник (обычно набор пластинок, в совокупности имеющих форму стержня или прямоугольной рамы) из магнитного материала с 2 или более обмотками с различным числом витков. На одну обмотку (первичную) подается переменное напряжение, с других (вторичных) снимается уже другое по величине напряжение, пропорциональное числу витков. Если в первичной обмотке больше витков, чем во вторичной, трансформатор понижающий, если меньше – повышающий. В *автотрансформаторе* обмотка одна: в понижающем роль вторичной обмотки играет часть первичной, в повышающем, наоборот, роль первичной обмотки играет часть вторичной обмотки.

И электромотор, и электрогенератор могут задавать нужное внешнее сопротивление, но могут быть использованы и по-другому: элек-

тродвигатель как преобразователь подаваемого на него электрического напряжения в движение, а электрогенератор — как преобразователь передаваемого ему движения в электрическое напряжение. Обычно их применяют для измерения скорости объекта.

4.6. Оптические и оптико-электронные средства регистрации и измерений

Оптические методы измерения осуществляют посредством монокуляров, оптических дальномеров, фото- и киноаппаратуры.

Монокюляр применяют для измерений в плоскости, перпендикулярной его оптической оси. На установке фиксируют вертикальные и горизонтальные проекции угловых перемещений монокуляра, что позволяет, зная расстояние плоскости движений объекта измерения от оси поворота монокуляра, определять линейные перемещения выбранной точки объекта (умножением тангенса угла поворота оси монокуляра на расстояние до названной плоскости). Направлением монокуляра на объект можно определить его азимут (угол между вертикальными плоскостями, проходящими через направления на объект и на северный полюс) и угол места цели (угол между направлением на объект и горизонтальной плоскостью).

Принцип работы оптических дальномеров: каждый из 2 расположенных на некотором расстоянии друг от друга монокуляров (расстояние между их оптическими осями при их параллельном расположении называется базой дальномера) наводят на объект и, регулируя направление их оптических осей, добиваются слияния изображений в одно. Зная угол между осями монокуляров и базу, определяют расстояние. Так определяют расстояние до объектов люди и животные с бинокюлярным зрением: расстояние между центрами глаз — база, а степень конвергенции (сведения) оптических осей глаз определяется по напряжению мышц, вращающих глазные яблоки.

К оптическим средствам измерения относят также фото-, кино- и видеоаппаратуру. В настоящее время фото- и кинометоды все больше вытесняются видеометодами. Это в большинстве случаев целесообразно. В соединении с компьютером (с соответствующей программной платой и специальным проектором либо если видеокамера цифровая) такая методика позволяет не только отслеживать положение контрольных точек тела, отцифровывая их координаты и поэтому по-

зволяя (к сожалению, с существенными ошибками) вычислять их скорости и ускорения, но и фиксировать отдельные кадры как на экране, так и на бумаге.

Фотоаппарат (фотокамера) позволяет получать не только отпечатки отдельных поз человека, выполняющего некоторую систему движений, но и циклограмму или стробограмму (совокупность фигурок – палочковых либо контурных, отображенных через равные промежутки времени). Циклограмму и стробограмму получают с помощью равномерно вращающегося с заданной скоростью диска со щелями, не совсем удачно называемого стробоскопом. Диск закрывает от света объектив, открывая его только в то время, когда против него оказывается одна из щелей. Поскольку все время съемки затвор открыт, на пленке или пластинке получается ряд последовательных через равные промежутки времени изображений контрольных точек. Съемка производится в затемненном помещении или в темное время суток, спортсмен одет в черное трико, закрывающее все тело и голову, лицо закрыто черной маской, на контрольных точках установлены миниатюрные лампочки, питаемые от батарейки. Поэтому пленка (пластинка), невзирая на долго открытый объектив, не засвечивается, и на ней отображаются только контрольные точки. Зная масштаб изображения, можно подсчитать пути, скорости и ускорения контрольных точек, а по ускорениям (линейным, угловым), массам или моментам инерции – приложенные силы и вращающие моменты.

Вместо стробоскопа-диска можно использовать так называемый электростробоскоп: установку с импульсной лампой (она «безынерционна» – мгновенно накаляется и мгновенно гаснет) и прерывателем с регулируемой частотой замыканий. На теле объекта съемки в таком случае контрольные точки помечаются отражателями: белыми пятнами или кусочками фольги.

Циклограмму можно получить и на основе киносъемки, причем в этом случае съемка производится на свету, и это огромное преимущество. Контрольные точки помечаются контрастной по цвету краской или кусочками пластыря. В плоскости съемки нужно иметь линейку или другой предмет известной длины, чтобы был определен масштаб изображения. Кроме того, в поле съемки должны быть 2 неподвижные контрастные по тону точки-ориентиры.

Проявленную кинопленку вставляют в фотоувеличитель, а на планшет кладут чистый лист бумаги. Проецируя первый интересующий нас кадр на белый лист бумаги, карандашом помечают на ней

проекции контрольных точек, 2 неподвижных точек-ориентиров и предмета, служащего для масштабирования изображения. Отображения контрольных точек соединяют отрезками, получается «палочковая схема». Со следующего нужного кадра переносят на бумагу только проекции контрольных точек, их тоже соединяют отрезками: так разделяются между собой кадры, чтобы не перепутать принадлежность точек на бумаге тому или иному кадру и той или иной контрольной точке на теле. Каждый кадр пленки устанавливают в увеличитель так, чтобы проекции обеих неподвижных точек-ориентиров совпали с отметками этих точек, сделанными при проецировании 1-го кадра – так совмещаются пространства всех кадров.

После того как перенесены точки с нужных кадров, все отметки одной контрольной точки можно для наглядности соединить тонкими сплошными или пунктирными линиями – получаем циклограмму, которую обрабатываем так же, как фотоциклограмму. Есть такие фотокамеры, которые позволяют заснять несколько кадров в режиме киносъемки. На их основе тоже можно сделать киноциклограмму.

Материалы киносъемки позволяют сделать кинограмму – ряд отпечатков последовательных кадров (лишь тех, которые отображают характерные моменты выполнения упражнения). Отметив на отпечатках порядковые номера соответствующих кадров пленки, можно определять временные промежутки между кадрами кинограммы.

Значительное преимущество киносъемки перед видеосъемкой в том, что можно снимать с разной частотой кадров, притом с высокой частотой (до 96 кадров/с и даже с более высокой частотой), тогда как видеосъемка производится с одной частотой – 25 кадров/с (существуют, правда, видеокамеры, позволяющие снимать с большей частотой, но они очень дороги). При большой скорости движений нужна съемка с высокой частотой кадров, иначе изображение смазывается, а главное оказываются пропущенными важные, иногда главные моменты упражнения. Если заснятую с большой частотой кадров пленку (рапид, рапидная съемка) проецировать с нормальной скоростью, на экране движения будут замедленными и легко разглядеть их во всех подробностях. Недостаток кинометода – невозможность использовать пленку вторично и многократно, а также продолжительность и трудоемкость обработки экспонированной (заснятой) пленки, тогда как видеосъемка сразу дает «готовую продукцию» для просмотра и измерений, а пленку можно использовать многократно.

Оптикоэлектронный метод составляет основу: видеометодик, лазерных методик и оптронных методик.

Видеометодики могут включать в себя компьютеры, на экран монитора можно подать одновременно 2–3 картинки: например, с 2 видеокамер, ведущих съемку в фас и в профиль, и синхронизированные с «картинками» динамограммы.

Лазерные методики могут включать в состав аппаратуры светорезисторы (полупроводниковые элементы, проводимость которых зависит от их освещенности), фотоэлементы (полупроводниковые устройства, генерирующие тем большую разность потенциалов, чем сильнее освещены), частотомеры, улавливающие разность излучаемой и отраженной от движущегося объекта частот (в соответствии с эффектом Доплера), что позволяет измерить скорость его удаления или приближения.

Оптронные методики основаны на связи светоизлучателя и светоприемника – это оптронная пара. В качестве светоизлучателя используют любой источник света: лампочку накаливания, светодиод (полупроводниковый элемент, который при пропускании через него электрического тока излучает свет; светодиоды широко используют в качестве индикаторов состояния «включено» в радиоприемниках, телевизорах, магнитофонах, в измерительных приборах). Лазер используют, если требуется малозависящая от расстояния мощность светового потока. В качестве светоприемника можно применять фотодиод (полупроводниковый элемент, только при условии его освещения пропускающий электрический ток), фотоэлемент (полупроводниковый прибор, при его освещении генерирующий разность потенциалов, причем тем большую, чем сильнее освещена его светочувствительная поверхность), фоторезистор его сопротивление пропорционально освещенности.

Принцип работы оптронной пары: луч света из светоизлучателя падает на светоприемник – и ничего не происходит. Но стоит пересечь этот луч каким-либо непрозрачным телом, как ток через светоприемник прерывается, срабатывает соответствующее реле (замыкается или размыкается) и включается (либо выключается) электросекундомер. Если установить на некотором обоснованном расстоянии 2 оптронные пары, можно определить время, за которое тело преодолевает это расстояние (пересекает сначала один, затем другой луч). Разделив расстояние на время, получаем среднюю скорость перемещения тела на данном отрезке.

4.7. Радиотехнические методы измерений

К радиотехническим методам относят: 1) радиотелеметрические методы – радиолокация, спидометрия на основе эффекта Допплера, трансляция с контактных датчиков; 2) радиофонометрические методы.

Радиолокационные методики основаны на применении остронаправленных приемопередающих антенн, позволяющих определить положение объекта по азимуту и углу места цели, расстоянию от антенны (по смещению фазы отраженного луча). Изменение положения объекта за измеренные отрезки времени позволяет определить скорость и ускорение этого объекта.

Измерение скорости удаления объекта от приемопередающей антенны или приближения к ней можно определить соответственно по уменьшению или возрастанию частоты отраженных радиоволн (эффект Допплера: удаление объекта увеличивает длину волны, т.е. уменьшает ее частоту, приближение – наоборот).

Устанавливая контактные датчики на теле спортсмена можно, прикрепив к нему миниатюрные преобразователь сигналов и радиопередатчик, передать информацию на установку оператора, где принять ее, раскодировать, усилить и фиксировать. Таким образом осуществляют телеметрический контроль за спортсменом, находящимся на расстоянии до нескольких километров.

Сущность радиофонометрических методов в том, что они преобразуют ту или иную информацию в звуковую. Например, с помощью электродов, наложенных на выбранные работающие мышцы, определяют меняющиеся электрические потенциалы («биотоки»), преобразуют их в колебания электрического тока, причем частота этих колебаний для каждой мышцы своя. Затем каждой частоте сопоставляется определенный звуковой тон (скажем, одна из музыкальных нот). Таким образом, система мышечных напряжений формирует соответствующую ей систему звуков. В частности, так можно определенной системой напряжений мышц воспроизводить заданную мелодию, проявляя тем самым свои координационные возможности. Либо, анализируя нарушение звукового ритма, свойственного правильному выполнению упражнения, определять наличие и даже содержание допущенных двигательных ошибок. Можно преобразовать электромиографический сигнал в визуальный (графический или цветовой), но это сопряжено с необходимостью иметь соответствующий дисплей (мо-

нитель). Динамик имеет проще. Хотя, если есть компьютер, можно получать то или другое, либо и то и другое одновременно.

В главе описаны, конечно, далеко не все измерительные методы и методики. Такая задача и не ставилась. Краткое ознакомление с измерительными методами и методиками преследует цель формирования общих представлений о них, чтобы будущий специалист по физическому воспитанию и спорту мог либо сам разобраться в том, что ему нужно в плане измерений, либо эффективно консультироваться со специалистом в измерениях.

Основные понятия

Абсолютная погрешность	Оптронная пара	Тарировка (калибровка)
Акселерометрия	Относительная погрешность ($\delta_{\text{отн}}$)	Тарировочная (калибровочная) кривая
Баланс моста	Отцифровывание	Тахометрия
Биометрия	Погрешность (ошибка) измерения	Тензодинамографическая платформа
Блочная установка	Полумост сопротивлений	Тензометрия
Верхний порог датчика	Порог чувствительности	Тензорезистор
Гониометр	Потенциометр	Тензосопротивление
Датчики	Преобразователь	Тензоусилитель
Действительная относительная погрешность	Приведенная относительная погрешность	Термопара
Диагональ моста	Разрешение датчика (устройства, прибора)	Трансформатор
Динамометрия	Регистраторы	Уровень точности устройства
Единица измерений «Задатчики»	Самоиндукция	Усилитель
Индикатор	Самописец	Циклограмма
Линейное соответствие	Силоизмерительный элемент	Чувствительность (датчика, прибора)
Линейность датчика (прибора, устройства)	Смещение значений	Шлейфовый осциллограф
Мост сопротивлений (тензомост)	Соленоид (катушка самоиндукции)	Электромеханические датчики
Наводки	Стробоскоп	
Нелинейность усиления		

Контрольные вопросы

1. Что такое «чувствительность», «разрешение», «порог различения», «дифференциальный порог», «порог чувствительности», «верхний порог» датчика, устройства, прибора?

2. Что такое линейность и нелинейность датчика?

3. Что такое погрешность, абсолютная и относительная (действительная и приведенная) погрешность измерений?
4. Что такое «датчики» и «задатчики», какова их функция?
5. Что такое и какова функция усилителей, тензоусилителей? Каковы основные требования к ним?
6. Что такое преобразователи?
7. Что такое и какие бывают регистраторы?
8. Какие бывают измерительные установки, их общая схема?
9. Какие бывают методы измерений в нашей отрасли?
10. Какие бывают механические измерительные устройства?
11. Какие бывают электрические измерительные устройства?
12. Что такое тензометрия?
13. Что такое «мост сопротивлений», «тензомост», «полумост»?
14. Какие бывают электромеханические измерительные устройства?
15. Какие бывают оптические и оптико-электронные измерительные устройства?
16. Какие бывают радиотехнические измерительные устройства?
17. Что такое азимут и угол места цели?

Рекомендуемая литература

1. Спортивная метрология / под общ. ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982.
2. Годик, М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988.
3. Коренберг, В. Б. Учебный словарь-справочник по спортивной метрологии / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.
4. Смирнов, Ю. И. Спортивная метрология / Ю. И. Смирнов, М. М. Полевщиков. – М. : АCADEMA, 2000.
5. Коренберг, В. Б. Лекции по спортивной метрологии : лекции 1 и 2 / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 2001.
6. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Физкультура и спорт, 2004.
7. Губа, В. П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике / В. П. Губа [и др.]. – М. : Физкультура и спорт, 2006.

Часть II. ОСНОВЫ СТАТИСТИКИ

Глава 5. СТАТИСТИЧЕСКИЕ СОВОКУПНОСТИ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА

5.1. Элементы теории вероятностей

В основе статистики лежит математическая теория вероятностей, в которой исследуются закономерности появления случайных событий (случайное есть одна из форм проявления закономерного). Это развитая отрасль математики, крупный ее раздел. В этом параграфе речь, естественно, пойдет лишь о некоторых элементарных понятиях теории вероятностей. Можно полагать, следует начать с самого понятия «вероятность».

«Вероятность – численная характеристика степени возможности появления какого-либо конкретного случайного события при тех или иных определенных, могущих повторяться неограниченное число раз условиях» (Советский энциклопедический словарь, 1983). Вероятность можно определить и несколько по-другому: это имеющее место или ожидаемое отношение количества появлений некоторого события к общему очень большому (если строже – к бесконечно большому) количеству рассматриваемых в этом ряду событий.

Случайное событие – это такой результат некоторой операции, который складывается под действием ряда не контролируемых нами факторов и который поэтому принципиально не может быть нами предопределен – он появляется альтернативно другим (другому) результатам. Вероятность – количественная характеристика. Ее значение лежит в пределах $0 \div 1$ и может быть выражено в долях единицы (менее строго – в процентах, и в этом случае в пределах $0 \div 100\%$). Например, из 100 попыток в прыжках в длину с разбега спортсмен сделал 16 заступов (заступ – случайное событие, он может случиться или не случиться), следовательно, у нас есть основание полагать, что

поскольку частота заступа при 100 попытках оказалась равна 16, а *частость* (частота поделенная на общее число *испытаний*, в данном случае на общее число попыток) равна $16/100 = 0,16$, вероятность заступа можно считать примерно равной частости, т. е. 0,16, или 16 %, а вероятность засчитываемого прыжка можно считать близкой к $(100 - 16)/100 = 0,84$ (либо, что то же самое, 84 %). Экспериментально установлено: *с увеличением количества повторений испытаний проявляется тенденция к стабилизации частости рассматриваемого нами варианта события (в данном примере – заступа)*, при этом частость все точнее количественно определяет вероятность именно этого варианта события. Т. е. чем больше число повторяющихся однородных операций (испытаний), тем более точную оценку вероятности некоторого конкретного исхода мы можем надеяться получить (хотя *полной уверенности* в том, что такая зависимость реализуется, у нас принципиально быть не может: таковы особенности случайных событий).

В теории вероятностей существует понятие «единичная операция», например, один бросок монеты, если мы интересуемся тем, какой своей стороной она ляжет сверху, т. е. выпадет «герб» («орел») или «решетка» (число, определяющее стоимость монеты). Результатом единичной операции является «исход», например, выпал «герб». Если нас интересует, сколько раз при множестве таких бросков монеты (т. е. при *однородной массовой операции*) выпадет именно «герб», каждое выпадение «герба» называют удачным исходом. Если мы хотим выяснить, сколько раз при броске кубика с числами от 1 до 6 на гранях он ляжет так, что на верхней грани окажется число 4 («выпадет» число 4) – удачными единичными исходами мы будем называть каждое выпадение числа 4 как единичного исхода; при следующем броске выпало число 2 – это другой, но уже неудачный, единичный исход и т. д.

Событие, которое в принципе произойти не может (например, если биатлонисту винтовку зарядили холостыми патронами, он не может поразить мишень; если на игральной кости на гранях числа от 1 до 6, число 7 выпасть не может), называют *невозможным*. Событие, которое обязательно произойдет (например в конце прыжка в длину произойдет приземление), называют *достоверным*. Нередко чрезвычайно маловероятные события (например, что в результате броска монеты не выпадет ни «герб», ни «решетка» – для этого она должна упасть и остаться стоять на ребре) условно считают невозможными, а те, которые произойдут с чрезвычайно большой вероятностью (на-

пример, что выпадут либо «орел», либо «решетка») – достоверными. Так упрощают для себя решение многих задач. Что касается вероятности таких событий, то для достоверного события она равна 1, для невозможного события – 0.

Если события при единичном испытании не могут произойти вместе, их называют *несовместимыми* (или *несовместными*). Например, при одном броске игральной кости не могут выпасть и загаданное число, и какое-нибудь из других.

Если одно из двух событий обязательно должно произойти (при одном броске монеты выпадут либо «герб», либо «решетка»; студент на экзамене выбрал либо тот единственный билет, ответы на вопросы которого ему известны, либо какой-нибудь другой билет), но они не могут произойти одновременно, такие события называют *противоположными*. Суммарная вероятность противоположных событий – вероятность того, что то или другое произойдет – равна 1, а вероятность каждого – 1 минус вероятность противоположного. Поэтому в случаях, когда вероятность одного из противоположных событий определить намного проще, чем вероятность другого, то вычитанием вероятности первого события из 1 легко определить и вероятность второго.

Произведение вероятностей. Возьмем такой пример: двое мальчиков (назовем их А и Б) после празднования Нового года собрали у себя дома и у соседей поврежденные стеклянные елочные шарики, набрали 100 штук, поставили их в ряд около стены и решили поупражняться в стрельбе из рогаток. Из предыдущего их опыта известно, что вероятность попадания у мальчика А равна 0,7, а у мальчика Б – 0,5. Они взяли по 100 камешков, стреляли (по команде третьего мальчика) одновременно в один и тот же шарик: сначала в крайний левый шарик, затем во второй и т. д. Спрашивается, сколько шариков разбиты ими и во сколько шариков они оба промахнулись? Иными словами, нужно узнать вероятности 2 разных исходов: 1) какова вероятность того, что любой конкретный шарик будет разбит обоими мальчиками, 2) какова вероятность того, что он не будет разбит: оба мальчика промахнутся.

Давайте рассуждать.

В первом случае мальчик А попал в 70 шариков, но в половину из них (а это $70/2 = 35$) попал и другой, так что оба попали в 35 шариков. Откуда вероятность (P'_{AB}) совместного попадания в шарик равна $35/100 = 0,35 = 0,7 \times 0,5 = P'_A \times P'_B$, где P'_A – вероятность попадания в шарик мальчика А, а P'_B – вероятность попадания в шарик мальчика Б.

Во втором случае мальчик А промахнулся в 30 шариков (вероятность $P''_A = 0,3$), в половину из них (вероятность $P''_B = 0,5$) не попал и мальчик Б. Нетронуты $30/2 = 15$ шариков (вероятность $P''_{AB} = 0,15$): в этом случае вероятность $P''_{AB} = P''_A \times P''_B$, т. е. произведению вероятностей.

Другой пример произведения вероятностей: при одновременном броске 2 игральных костей (кубиков) вероятность выпадения на обоих одного и того же загаданного числа (например числа 3) равна $1/6 \times 1/6 = 1/36$. Тот же результат будет при подсчете вероятности выпадения одного и того же загаданного числа при 2 последовательных бросках игральной кости (при 3 бросках соответственно $1/6 \times 1/6 \times 1/6 = 1/216$).

Суммирование (сложение) вероятностей. Например, нужно определить, какова вероятность при броске игральной кости выпадения чисел 2 или 4. Если кость «правильная», то есть если это правильный сплошной однородный куб и его центр тяжести расположен точно в его центре, вероятность выпадения любого из 6 чисел одинакова и равна $1/6$, т. е. из 30 бросков можно в среднем ожидать по 5 выпадений чисел 2 и 4, а значит 10 раз выпадет одно из этих чисел – либо число 2, либо число 4. Но $10/30 = 1/3$ не что иное как $(1/6 + 1/6)$ – сумма вероятностей. Заметим, что события (исходы) выпадения чисел 2 и 4 *несовместимы (несовместны)*, то есть одновременно они произойти не могут. Так что в случае, если мы загадали выпадение одного (любого) из 3 чисел (например 1, 3, 6), суммарная вероятность $P = P_1 + P_3 + P_6 = 1/6 + 1/6 + 1/6 = 1/2$.

Но это справедливо только для несовместимых (несовместных) событий. Если же события могут совпадать (например бросают одновременно 2 игральные кости), то вероятность выпадения в один бросок чисел либо 2, либо 4 несколько иная: иногда выпадут 2 четверки, иногда 2 двойки, вероятность каждого из таких событий $1/36$ (произведение вероятностей), а вероятность обоих (сумма таких произведений) – $1/18$. Поэтому вероятность (P) события – выпадения либо 2, либо 4 – равна $1/3 - 1/18 = 6/18 - 1/18 = 5/18 \approx 0,28$. Иначе говоря, $P = P_{A+B} - P_{A \times A} - P_{B \times B}$, где P_{A+B} – сумма вероятностей несовместных событий, P_{A+B} – сумма несовместных вероятностей, $P_{A \times A}$ и $P_{B \times B}$ – соответственно произведения вероятностей одновременного выпадения числа 2 и 4.

Другой пример: при одновременном броске 2 игральных костей вероятность выпадения числа 4 равна $1/6 + 1/6 - 1/36$, то есть $P = P_{A+B} - P_{A \times B}$, где P_{A+B} – сумма вероятностей несовместных событий, а $P_{A \times B}$ – произведение вероятностей событий А и Б.

5.2. Статистика как средство познания

5.2.1. Общие замечания

Для эффективного проведения учебно-тренировочного процесса в физическом воспитании и в спорте необходимы контроль за уровнем и динамикой подготовленности занимающихся, а также исследования, дающие основу для совершенствования процесса подготовки. Для того и другого нужны технические и аналитические средства. Но одиночные, отрывочные, не нацеленные или недостаточно четко нацеленные наблюдения и измерения часто не могут дать удовлетворительный материал для достоверных выводов. Необходимы продуманные, четко ориентированные наблюдения и измерения, достаточные для целевой (т. е. соответствующей именно рассматриваемому случаю) статистической обработки, позволяющей дать обоснованные заключения. Это недостижимо без знания методики такой обработки, понимания ее содержания, смысла и, что немаловажно, ограничений.

И дело не только в том, что нужно владеть техникой статистических операций – с ними, если нужно, превосходно справляются ЭВМ. А дело в том, что статистика – как мельница. Она «перемалывает» все, что в нее заложишь, но... На выходе получишь результат того, что «засыпал» в эту мельницу и как «молот». Заложить можно лишь то, что имеешь, что собрал, измерил, определил; а это зависит от уровня понимания и диапазона и уровня знаний исследователя. Нужно заранее знать, *что собирать, как собирать, в каком количестве*, и, наконец, *какие именно процедуры* нужно проводить над полученными данными.

Кроме того, нужно знать возможности статистических методик и ограничения в их применении, учитывать достоверность получаемых выводов, знать пути повышения их достоверности. Поэтому сама по себе машинная статистическая обработка материалов отнюдь не обеспечивает правильные ответы на поставленные вопросы, даже если предварительно собран вполне подходящий материал.

Ясное понимание сущности статистических процедур и ограничений в их применении должно предшествовать их проведению. При проведении *статистического наблюдения* необходимо: а) подобрать объекты по целесообразно выбранным классифицирующим признакам, б) не допускать отбора объектов по подлежащим изучению варьирующим признакам, в) наблюдать (измерять) достаточное для получения достоверных результатов количество объектов, г) наблюдение не должно влиять на наблюдаемый процесс,

он должен развиваться так, как если бы наблюдения не было, д) с самого начала знать, какие статистические процедуры будут применены при обработке полученных в результате наблюдения данных.

Но зато если использовать средства статистики верно, можно, во-первых, узнать что-то такое, что без этого осталось бы неизвестным, во-вторых, проверить правильность сделанных нами предположений, в-третьих, резко увеличить доказательность своих утверждений для других. Во многих случаях без должного статистического подтверждения выводы вообще не могут быть приняты.

5.2.2. Статистические признаки

Исследуемые нами объекты и их совокупности обладают рядом признаков, по той или иной причине интересующих нас. Признаки одного типа мы используем для того, чтобы объединять объекты в группы и классы либо разделять на подклассы и подгруппы, отделять нужные объекты от ненужных, делить более крупные объединения на более узкие (юноши, юноши в возрасте 13–15 и 16–18 лет и т. д.), в то же время объединяя объекты в упомянутые подклассы и подгруппы. Эти признаки называют *классифицирующими*.

Другие признаки представляют собой индивидуальные характеристики объектов и варьируют (меняются, принимают разные значения) от объекта к объекту. При анализе таких признаков нас интересует иногда то в них, что объединяет объекты, но чаще то, что разделяет, различает их (это могут быть и различные проявления некоторого признака одного и того же объекта, например, результаты в прыжках в длину, измеряемые дважды с интервалом в 2–3 месяца). Хотя, с другой стороны, мы определенным образом объединяем их, чтобы рассмотреть свойства всей совокупности значений признаков, так как это характеризует рассматриваемую совокупность объектов. Такие признаки называются *варьирующими*, их и подвергают обработке статистическими процедурами.

Одни и те же признаки в зависимости от решаемой задачи могут играть роль классифицирующих или варьирующих: их можно использовать либо для формирования совокупности объектов, либо для анализа свойств уже сформированной совокупности. Например, можно использовать возраст людей для объединения их в возрастные группы, а можно – для разделения их на возрастные подгруппы, так что возраст выступает как классифицирующий признак. Но можно анализировать и сам по себе возраст занимающихся спортом – и в этом случае возраст выступает как варьирующий признак.

Признаки могут быть *качественными* (например мастера спорта, мужчины, студенты) или *количественными* (занятое место на соревнованиях, результат в прыжке, количество подтягиваний). Они могут быть по своей природе *дискретными* (количество людей, тренировок, зачетный вес штанги): имеются разрешенные значения (например 1, 2, 3 и т. д.), а промежуточных между этими разрешенными значениями (например 1,3 или 2,6) в принципе не может быть. Признаки могут быть по своей естественной сути и *непрерывными*: длительность, расстояние, масса (вес) и др.

Но на практике их неизбежно *дискретизируют* (придают им дискретный вид), выбрав уровень точности фиксации величины, скажем, до 0,01 с, 0,1 см, 0,5 кг и т. д. Так что в статистике мы фактически имеем дело только с дискретными значениями хоть непрерывных, хоть дискретных величин.

5.2.3. Совокупности объектов, их признаки и параметры признаков

Можно рассматривать (наблюдать, исследовать) всю целиком совокупность интересующих нас объектов. Совокупность всех интересующих нас объектов называют *генеральной* (в переводе – всеобщей, общей) совокупностью объектов. Количество объектов в генеральной совокупности объектов называется ее *объемом*. Определив для каждого объекта этой совокупности значение признака, выбранного нами для изучения, т. е. проведя сплошное обследование, мы получим совокупность чисел того же объема – *генеральную статистическую совокупность*, или, как обычно говорят, *генеральную совокупность*. Так, совокупность всех спортсменов, принявших участие в соревнованиях на первенство мира по гимнастике, – это генеральная совокупность объектов, а совокупность чисел, состоящая из их спортивных результатов – генеральная совокупность. Другой пример: все деревья в лесу – генеральная совокупность объектов, а совокупность значений их диаметров – генеральная совокупность. Статистическая совокупность состоит из чисел-значений признаков совокупности объектов.

Измерив несколько разных признаков объектов одной генеральной совокупности объектов, получим несколько (по количеству выбранных признаков – например, рост, вес, возраст, результаты в различных тестах или упражнениях) генеральных совокупностей одинакового объема.

Каждое число статистической совокупности называют *вариантой* (или вариантом, но термин «варианта» предпочтительнее: термин

«вариант» применяют и в других смыслах). Объем статистической совокупности – это количество составляющих ее вариант.

Однако перемерить все деревья в лесу трудно, поэтому обычно выбирают несколько типичных для этого леса делянок. Общее количество растущих на них деревьев намного меньше общего количества деревьев в лесу, но структура признаков деревьев приблизительно такая же. Совокупность деревьев на выбранных делянках – выборочная совокупность объектов (или выборка объектов). Обмерив все растущие на них деревья (проведя выборочное обследование), получают совокупность чисел — выборочную статистическую совокупность (или выборочную совокупность, выборку), которую можно исследовать средствами математической статистики.

Получение выборочной совокупности (выборки) имеет смысл только если выборочная совокупность (выборка) объектов хорошо (правильно) отображает генеральную совокупность объектов с точки зрения отражения ее структуры, а потому, как логично предположить, распределения и уровня значений интересующего нас варьирующего признака.

У одной совокупности объектов можно изучать несколько разных варьирующих признаков. Но нередко для их изучения могут понадобиться совсем разные, по-разному формируемые выборки объектов (одно дело — изучение роста студентов, совсем другое дело — изучение их успеваемости). Но зачастую бывает иначе: один и тот же варьирующий признак нужно изучать на нескольких разных выборках объектов, притом принадлежащих одной и той же или разным генеральным совокупностям.

Сформировав из генеральной совокупности объектов выборочную совокупность объектов, соответствующую ей по структуре рассматриваемых признаков, мы делаем очень важное, принципиальное допущение: считаем, что структура полученной измерениями выборочной совокупности (выборки) соответствует структуре той совокупности (генеральной), которую мы могли бы получить проведением сплошного обследования генеральной совокупности объектов.

Необходимо помнить, что в спорте, физическом воспитании, педагогике, медицине, менеджменте) мы имеем дело с совокупностями объектов, имеющими свою специфику, содержательную определенность. Содержательной определенностью обладают и признаки этих объектов и их количественные значения – пока за каждым числом видится качественная определенность признака.

Становясь элементами статистической совокупности, результаты измерения признака теряют качественную определенность, специфичность, и мы при статистической обработке имеем дело просто с совокупностью безликих чисел: статистические процедуры и их результаты одинаковы, например, как для совокупностей значений результатов в толкании ядра, так и для совокупностей значений результатов в беге на 100 м. Нельзя забывать про эту безликость статистических совокупностей при проведении статистической обработки полученных материалов наблюдений, которую поэтому может осуществлять человек, не имеющий понятия о сути вопроса, но владеющий статистическими методами. Это часто создает ложное впечатление о простоте и легкости получения выводов на основе статистической обработки материалов измерений.

Ни в коем случае нельзя забывать и о том, что, во-первых, группирование объектов, выбор наблюдаемых признаков и методика их измерений, а во-вторых, осмысление результатов математико-статистической обработки требуют возвращения к качественной определенности объектов и их признаков. Что, в свою очередь, требует соответствующих знаний для формирования добротных деятельностных (в частности – спортивно-педагогических) выводов. Но это связано со специфическими для данной деятельности интерпретациями (истолкованиями) полученных данных и часто носит субъективный и ситуативный (диктуемый ситуацией как мысленной моделью конкретной текущей реальности) характер. Наконец, нужны целевые знания и для того, чтобы полученные выводы грамотно обратить не только на обследованные объекты, но и на так или иначе родственные им объекты, т. е. сделать нужные обобщения, которые в дальнейшем могут служить руководством к действиям.

5.3. Статистические совокупности и их характеристики

Как уже было сказано выше, сплошное обследование генеральной совокупности объектов, т. е. определение значения некоторого признака у каждого объекта, дает по каждому из таких признаков генеральную совокупность, выборочное обследование – выборку. Выборка должна хорошо отображать (представлять) генеральную совокупность, быть репрезентативной ей, репрезентировать ее, хорошо отображать ее структуру и место на числовой оси. Это определяется сте-

пенью близости 1) средних арифметических выборки (\bar{x}) и генеральной совокупности (\bar{X}) – выборочного и генерального средних, 2) вариативности (колеблемости, разброса, рассеяния) чисел, составляющих выборочную и генеральную совокупности (каждое число, входящее в статистическую совокупность, напомним, называется вариантом), 3) характеров распределения выборочной и генеральной совокупностей.

5.3.1. Центральные тенденции

Центральными тенденциями называют характеристики, представляющие собой так или иначе вычисляемое усредненное количественное значение вариант статистической совокупности. Наиболее часто применяется среднее арифметическое.

Среднее арифметическое выборки (выборочное среднее) обозначают чаще всего \bar{x} («икс с чертой»), среднее арифметическое генеральной совокупности (генеральное среднее) – \bar{X} . Среднее арифметическое совокупности – усредненное значение ее вариантов, характеристика ее места на числовой оси. Выборочное среднее определяют по формуле $\bar{x} = \Sigma x_i / n$, где Σx_i – сумма всех вариантов совокупности, n – их количество в выборке (ее объем). Генеральное среднее $\bar{X} = \Sigma x_i / N$, где N – количество вариантов в генеральной совокупности (ее объем).

Большое значение имеют еще 2 особенности средней арифметической: 1) всегда $\Sigma(x_i - \bar{x}) = 0$; выражение $(x_i - \bar{x})$ называют отклонением; 2) сумма квадратов отклонений $\Sigma(x_i - \bar{x})^2$ всегда меньше любой $\Sigma(x_i - x)^2$, где x – любое число, кроме \bar{x} .

Помимо среднего арифметического, к центральным тенденциям относят моду (M_o) и медиану (M_e). Мода – значение варианты, которое в совокупности содержится в большем количестве, чем любое другое. В совокупности 7, 7, 8, 8, 8, 9, 10, 10 11 12 мода $M_o = 8$. Медиана – значение, меньше и больше которого одинаковое число вариантов. В той же совокупности медиана $M_e = 8,5$.

Моду и медиану используют в некоторых упрощенных процедурах аналогично средней арифметической, а также в связи с тем, что в теоретическом так называемом нормальном распределении мода и медиана совпадают со средним арифметическим, эти характеристики в критериях согласия используют для оценки степени близости рассматриваемого распределения к нормальному (т. е. в том случае, если нужно определить, имеем ли мы право рассматривать данное распределение в качестве нормального и применять параметрические критерии). Но об этом см. в гл. 6.

5.3.2. Вариативность статистических совокупностей

Вариативность (колеблемость) статистической совокупности (разброс вариант, рассеяние вариант) – степень различия между составляющими ее вариантами. Рассмотрим 5 характеристик вариативности.

1. *Размах* $R = x_{\max} - x_{\min}$, т. е. диапазон значений, в пределах которого содержатся все варианты рассматриваемой совокупности. Эту характеристику вычислить очень легко, однако ее применяют только в упрощенных статистических процедурах, при грубом, чаще предварительном оценивании вариативности.

2. *Дисперсия* $\sigma^2 = \Sigma(x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)$, где x_i – все по очереди варианты совокупности. При $n > 30$ в знаменателе вместо $n - 1$ можно ставить n . Нельзя класть в основу определения вариативности сумму отклонений $(x_i - \bar{x})$: всегда $\Sigma(x_i - \bar{x}) = 0$, зато $\Sigma(x_i - \bar{x})^2$ всегда > 0 . Дисперсия

$\sigma^2 = \Sigma(x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)$ – важная характеристика статистической совокупности, входящая во многие статистические процедуры.

3. *Среднее квадратическое* (квадратичное) *отклонение* – σ

$$\sigma = |(\sigma^2)^{1/2}| = \left| \sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 : (n - 1)} \right|.$$

Это всегда положительная величина, производимая из дисперсии; при $n > 30$ знаменатель подкоренного выражения не $(n - 1)$, а просто n . Среднее квадратическое отклонение (среднее квадратическое) тоже входит во многие операции. Обычно, приводя в итогах исследования значения полученного среднего арифметического, добавляют $\pm \sigma$, тем самым показывая уровень вариативности рассматриваемой совокупности и диапазон наиболее вероятных (вероятность 68 %) реальных значений \bar{x} в других выборках той же генеральной совокупности. Среднее квадратическое выражается в тех же единицах измерения, что и \bar{x} .

4. *Коэффициент вариации* $V = (\sigma / \bar{x}) \times 100\%$ (или $V = \sigma / \bar{x}$) показывает относительную величину (величину относительно средней арифметической) вариативности статистической совокупности. Для чего это нужно? Дело в том, что сравнивать и оценивать вариативности различных совокупностей по абсолютной величине σ в большинстве случаев нельзя, поскольку 1) различны единицы измерения (нельзя по абсолютной величине σ сравнивать вариативность совокупностей результатов в поднимании штанги (в кг), в прыжках в высоту (в см) и в беге на 100 м (в с); 2) нельзя по абсолютной величине

σ сравнивать и оценивать вариативности совокупностей со значительно различающимися средними арифметическими: например, совокупности результатов в плавании на 100 м и совокупности результатов в плавании на 1500 м. А поделив среднее квадратическое на среднее арифметическое, получим сопоставимые величины в долях единицы или, умножив на 100 %, – в процентах, т. е. коэффициент вариации V . Принято считать при $0 < V < 10\%$ вариативность статистической совокупности малой, при $10\% < V < 20\%$ – средней, при $20\% < V < 30\%$ – большой, а при $V > 30\%$ – очень большой. Конечно, эта шкала условна и может быть изменена.

Стандартная ошибка средней арифметической выборки (другие названия: стандартная ошибка выборочной средней, стандартная ошибка средней, стандартная ошибка, стандарт, а также – ошибка репрезентативности). Это очень важная характеристика. Количественно ($s = \sigma / \sqrt{n}$) она отражает вариативность средних арифметических различных выборок, сформированных из одной генеральной совокупности, относительно средней арифметической этой совокупности. Поэтому она фигурирует в ряде статистических процедур.

Все перечисленные в настоящем параграфе характеристики широко применяются в статистических процедурах.

5.3.3. Упорядочение и представление выборок

Чтобы легче было проводить статистические операции над выборками, их следует упорядочить, произвести их сводку и группировку. Прежде всего, нужно объединить и систематизировать данные: расположить варианты по возрастанию или убыванию их значений, что нередко уже само по себе значительно упрощает расчеты. Дальнейшее упорядочение выборки может заключаться в группировании вариантов, имеющих одинаковое или относительно близкое значение. Однако, если анализируют взаимосвязь 2 выборок с сопряженными парами (смотри дальше), такое упорядочение допустимо лишь в одной из них: «разлучать» сопряженные пары нельзя, и потому во второй выборке варианты нужно располагать в соответствии с расположением сопряженных с ними вариант в упорядоченной выборке.

Если статистическая совокупность (выборочная, генеральная) достаточно велика, значения вариант повторяются. Мерой повторяемости («встречаемости») конкретных значений является их *частота* (f). Совокупную картину соответствия частот числовым значениям вариант совокупности называют *распределением частот*. Тот

или иной характер распределения частот – одна из важнейших характеристик выборки.

Конкретные статистические совокупности часто называют распределениями, подразумевая «совокупность с некоторым распределением частот».

5.4. Вариационные ряды, их табличное и графическое отображение

5.4.1. Табличное и графическое отображение вариационного ряда

Упорядоченные (выстроенные в порядке возрастания или убывания) значения, встречающиеся среди вариант рассматриваемой статистической совокупности, с указанием частот этих значений (того, сколько вариант имеют каждое из указанных значений), называют *вариационными рядами*. Иными словами, вариационный ряд определяется упорядоченным *перечнем значений*, встречающихся среди вариант рассматриваемой совокупности, и *частот*, относящихся к этим значениям. Вариационный ряд может быть представлен 2 связанными рядами чисел, например ($n = 280$):

168	170	173	174	175	176	178	179	180	181	182	183	186	187	190
2	5	10	16	18	25	32	40	36	32	26	17	12	6	3

где верхний ряд чисел – значения, нижний – частоты этих значений. Таким образом, показана совокупность 280 чисел, полученных измерением роста 280 студентов-мужчин. Это табличная форма отображения вариационного ряда.

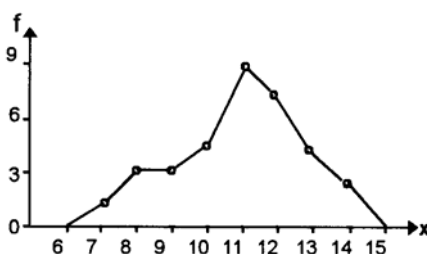


Рис. 5.1. Полигон частот

Одной из форм упорядочения статистических совокупностей является их графическое отображение. В прямоугольной системе координат по оси абсцисс располагают шкалу значений вариант, по оси

ординат – шкалу частот. Соединяя отрезками прямой точки, отображающие частоты разных значений, получают ломаную линию. Замкнув ее на ось абсцисс на значениях шкалы, соседних (ближайших) с наименьшим и наибольшим значениями вариант (рис. 5.1), получаем полигон частот (полигон – по-гречески многоугольник).

Заданный выше в табличной форме вариационный ряд тоже можно представить в графической форме (рис. 5.2):

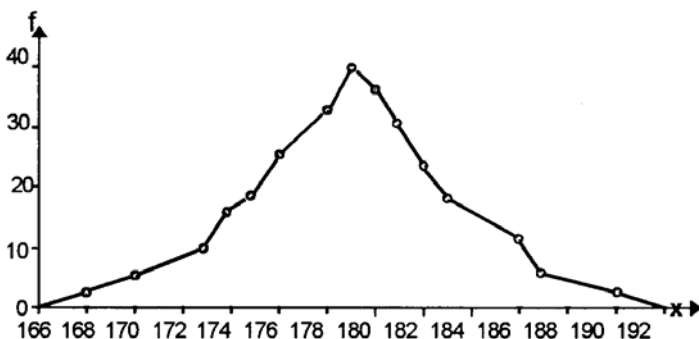


Рис. 5.2. Полигон вариационного ряда, таблично заданного выше

Если n выборки велико, целесообразно группировать варианты, близкие между собой по значениям. Шкалу по оси абсцисс делят на интервалы (обычно равные), величину каждого интервала называют его шагом. Количество интервалов выбирают в зависимости главным образом от n , но могут влиять и другие соображения. Можно рекомендовать числа интервалов (k), соответствующие разным n :

n	25 – 40	40 – 60	60 – 100	100 – 200	> 200
k	5 – 6	6 – 8	7 – 10	8 – 12	10–15

Шаг (ширину) интервала (h) определяют делением размаха (R) выборки на n , т. е. $h = (x_{\max} - x_{\min})/n$, округляя результат в сторону увеличения. «Избыточные» части концевых интервалов делают одинаковыми. Все варианты, попадающие в интервал, считают имеющими значение его середины («центра»), что сопряжено с внесением некоторой ошибки в расчеты, но позволяет значительно уменьшить трудоемкость расчетных процедур. В таком интервальном ряде каждой значащей точке полигона частот соответствует количество всех вариант, входящих в соответствующий интервал (это частота интервала).

Статистическую совокупность, в которой варианты сгруппированы по интервалам, каждому из которых сопоставлена частота, называют интервальным вариационным рядом. Графически лучше отображать его не полигоном, а гистограммой – столбцового типа диаграммой частот, имеющей вид ступенчатой фигуры (столбцы соприкасаются боковыми сторонами, рис. 5.3): каждому интервалу соответствует столбец, по ширине равный шагу интервала (вертикальные стороны столбца поднимают от границ интервала) и по высоте – частоте данного интервала. (Неправомерно называть гистограммой столбцовую диаграмму, отображающую значения любых величин, кроме статистических частот).

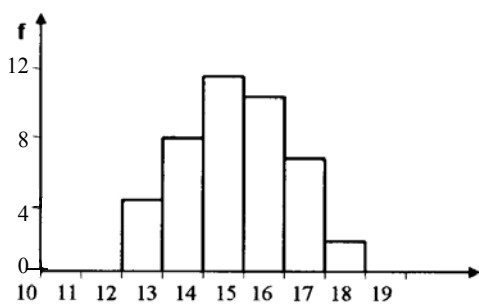


Рис. 5.3. Гистограмма

5.4.2. Нормальное (гауссово) распределение

Среднее арифметическое выборки (выборочное среднее) только случайно может не отличаться от средней арифметической генеральной совокупности (генеральной средней), полностью совпадать с ней. Если из одной генеральной совокупности сформировано какое-то количество выборок, их средние арифметические, различаясь между собой случайным образом, сами по себе в общей сложности составляют совокупность с определенным распределением вероятностей значений \bar{x}_i (выборочных средних этих выборок). Характеристикой вариативности значений этих выборочных средних служит стандартная ошибка выборочной средней (стандарт, стандартная ошибка, ошибка репрезентативности), которую мы обозначим символом s .

Эта характеристика входит в ряд статистических процедур. Характер распределения частот совокупностей, образованных средними арифметическими выборок из одной генеральной совокупности, если этих выборок сформировано достаточно много, близок к так называе-

мому нормальному распределению, называемого также гауссовым по имени великого математика К. Ф. Гаусса (1777–1855 гг.), обосновавшего данный закон распределения вероятностей. Это теоретическое распределение. Эмпирические же (т. е. получаемые на практике, в опыте, измерениями) распределения, даже те, которые мы рассматриваем как нормальные (гауссовы), могут быть лишь близкими к нему, всегда сколько-нибудь от него отличаясь.

Эмпирические распределения, по характеру близкие к нормальному, формируются, если среди многих факторов, определяющих значения варьирующих признаков, нет одного-двух намного более значимых, чем другие, то есть хотя бы несколько факторов, являющихся основными, наиболее «влиятельными», имеют примерно одинаковую (по уровню) значимость. Если эмпирическое распределение мало отличается от нормального (теоретического), его условно считают нормальным, что позволяет использовать более мощные статистические процедуры (неприменимые к распределениям другого вида). Отличия графиков эмпирических распределений от графика нормального распределения могут состоять в правосторонней или левосторонней скошенности (асимметрии), в остро- или плосковершинности (эксцесс). Кроме того, кривая эмпирического распределения может иметь 2 или 3 вершины (рис. 5.3), что отражает характер влияния соответствующих 2 или 3 факторов.

Разработаны специальные критерии (критерии согласия). В соответствии с ними определяют, можно ли считать рассматриваемое нами эмпирическое распределение нормальным или нельзя. Из них наиболее употребительны χ^2 -критерий, основанный на сравнении частот интервалов в эмпирическом и теоретическом (в данном случае нормальном) распределении, и W -критерий Шапиро-Уилки. Освоение соответствующих этим критериям процедур не входит в задуманную программу курса. Все же описание их применения включено в состав следующей главы.

Совокупность с нормальным распределением полностью определяется ее объемом n , средним арифметическим \bar{x} и средним квадратическим отклонением σ . Ее свойства: 1) значения среднего квадратического σ , моды Mo и медианы Me совпадают; 2) интервал значений $\bar{x} \pm \sigma$ охватывает $\approx 68,3$ % вариант этой совокупности, интервал $\bar{x} \pm 2\sigma$ охватывает $\approx 95,5$ % вариант, интервал $\bar{x} \pm 3\sigma$ охватывает $\approx 99,7$ % вариант; 3) если из одной генеральной совокупности полу-

чить некоторое множество выборочных совокупностей, их средние арифметические составят совокупность с приблизительно нормальным распределением; 4) графически нормальное распределение отображается колоколообразной кривой, симметричной относительно значения \bar{x} (а также Mo и Me).

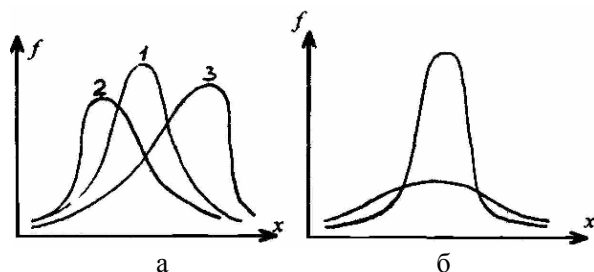


Рис. 5.4. Кривые распределения частот: а1 – кривая нормального распределения, а2 и а3 – соответственно кривые с левой и правой асимметрией распределения; б – кривые плосковершинного и островершинного распределений

Из 2-го свойства нормального распределения выведено «правило 3σ »: определив σ , нужно применить к выборке это правило, согласно которому отбрасываются (как вероятнее всего ошибочные) все варианты, значение которых выходит за пределы интервала $\bar{x} \pm 3\sigma$. Если хоть одна варианта отброшена, нужно заново вычислить σ и повторить проверку. Процедура повторяется до тех пор, пока не окажется, что все варианты лежат внутри интервала $\bar{x} \pm 3\sigma$. Применение «правила 3σ » обязательно, без этого некорректно приступать к статистическим процедурам.

5.5. Описательная статистика

Одна из задач статистики – описание совокупностей объектов, процессов, явлений. Описание может иметь числовую или графическую форму. С целью описания можно вычислять различные статистические характеристики рассматриваемых совокупностей объектов и компонентов процессов и явлений: объемы и их соотношения, ритмы, средние арифметические, экстремумы (максимумы и минимумы),

частоты, моды, медианы, характеристики вариативности. Их можно для удобства использования сводить в таблицы, для большей наглядности можно отображать и в графической форме.

Например, в задачи описательной статистики может входить определение численности населения стран или городов, количества того или иного рода предприятий и их сотрудников, соотношения количеств людей разного возраста (по категориям) и пола, количеств медалей, завоеванных на Олимпийских играх представителями разных стран или разных видов спорта, количества в стране спортсменов по спортивным разрядам, среднего роста взрослых мужчин в разных странах, процента избирателей, голосующих за ту или иную партию, количественных соотношений придерживающихся тех или иных взглядов, количественных характеристик распространения болезней и т. п. Источниками получения исходной информации для таких подсчетов служат официальные протоколы и другие документы, устные опросы, анкетирование, обследования, измерения.

Без данных описательной статистики нельзя осуществлять управление социальными объектами, спортивной тренировкой, образовательными процессами и т. д. Материалы описательной статистики составляют существенную часть учебных материалов, они позволяют сформировать у учащихся необходимые знания об изучаемых объектах, сами представляют собой объекты познания.

Наглядность, иллюстративность статистических материалов может быть значительно повышена их графическим отображением. Это и обычные плоские или «пространственные» графики, отображающие зависимость одного фактора от другого либо двух других (в частности, зависимость рассматриваемого фактора от времени, то есть динамика процесса), и разного рода диаграммы (ступенчатые, столбцовые, круговые, фигурные). Корреляции (зависимости) между объектами можно отображать, соединяя соответствующие объекты отрезками прямой или стрелками, можно с обозначениями значений коэффициентов корреляции.

Основные понятия

Асимметрия	Варьирующий статистический признак	Выборочное среднее
Вариативность статистической совокупности	Вероятность ошибки	Генеральная совокупность
Вариационный ряд	Вероятность события	

Генеральная совокупность объектов	Нормальное распределение	Стандартная ошибка средней (стандартная ошибка, стандарт)
Генеральное среднее	Объем совокупности	Статистические признаки
Гистограмма	Ошибки репрезентативности	Статистические процедуры
Дискретный ряд	Полигон частот	Сумма квадратов отклонений
Дискретный статистический признак	Правило 3σ	Теоретическое распределение
Дисперсия	Присвоение рангов	Упорядочение совокупности
Доверительная вероятность	Размах совокупности	Центральные тенденции
Доверительные границы	Ранг	Частота
Интервал вариационного ряда	Ранжирование	Число степеней свободы
Классифицирующие признаки	Распределение	Шаг интервала
Коэффициент вариации	Рассеяние вариант	Шкала интервалов
Математическая статистика	Репрезентативность	Шкала наименований
Медиана	Сводка и группировка данных	Шкала отношений
Мода	Скошенность	Шкала порядка (рангов)
Непрерывный ряд	Случайная величина	Шкалы измерений (наименований, по рядка, интервалов, отношений)
Непрерывный статистический признак	Сопряженные пары	Эмпирическое распределение
Номинальная шкала	Сплошное обследование	
	Среднее арифметическое	
	Среднее квадратическое отклонение	

Контрольные вопросы

1. Что такое совокупности объектов и статистические совокупности? Почему их нужно четко различать? Придумайте пример.
2. Что такое генеральная и выборочная: а) совокупности объектов, б) статистические совокупности?
3. Что такое статистические признаки? Какую роль они играют? Что такое классифицирующие и варьирующие признаки? Непрерывные, дискретные? Количественные, качественные?
4. Что такое репрезентативность выборки? В чем заключается значение этой характеристики? Как ее добиваться?
5. Что такое ранжирование и упорядочение выборки? Как присваивают ранги вариантам? Что такое вариационный ряд?
6. Какими характеристиками статистической совокупности оценивают ее вариативность? Как их вычисляют?

7. Что такое объем совокупности? Каково значение объема выборки? Что такое интервал и шаг интервала?
8. Что такое частота? Частота интервала? Распределение частот?
9. Что такое полигон частот и гистограмма? Как их строить?
10. Каковы сущности, символьное обозначение, особенности, положение в совокупности, роль и значение среднего арифметического, моды, медианы? В каком виде распределения они совпадают?
11. Перечислите 4 шкалы измерений? В чем их сущность? Как факт измерения в той или иной шкале влияет на возможный выбор статистических методов обработки данных?
12. Что такое теоретическое и эмпирическое распределения? Что такое нормальное распределение и каковы его свойства? Каково его значение в математической статистике?
13. Что такое «правило 3 σ »? Как и зачем его применяют?
14. Что такое доверительная вероятность, вероятность ошибки, уровень значимости?
15. Что такое описательная статистика, зачем она нужна?

Рекомендуемая литература

1. Спортивная метрология / под общ. ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982.
2. Основы математической статистики : учеб. пособие / под общ. ред. В. С. Иванова. – М. : Физкультура и спорт, 1990.
3. Коренберг, В. Б. Учебный словарь-справочник по спортивной метрологии / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.
4. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.

Глава 6. ВЫБОРОЧНЫЙ МЕТОД

6.1. Сущность выборочного метода

6.1.1. Доверительная вероятность и вероятность ошибки

Понятие «доверительная вероятность» играет большую роль в статистике. Это *назначаемая нами* (в качестве условия) вероятность того, что (при выполнении этого условия) выводимое утверждение принимается как верное. Доверительная вероятность выражается в долях единицы (поскольку это вероятность определенного события). В спорте и биологии, где всегда многие, подчас существенные факторы не удается принимать в расчет, обычно применяют как удовлетворительное довольно низкое значение $P = 0,95$. Естественно, *вероятность ошибки* $p = 1 - P$. Так что, например, доверительной вероятности $P = 0,95$ соответствует вероятность ошибки $p = 1 - 0,95 = 0,05$, то есть в среднем из 20 случаев статистически обоснованных утверждений в 19 они окажутся верными, а в 1 случае – ошибочным. Но это только *в среднем* и при бесконечно большом числе проб в каждом конкретном 20 случаях соотношение чаще всего окажется иным.

От выбранной доверительной вероятности зависит, признавать полученный результат положительным или отрицательным, например, можно считать 2 выборки равноценными (различающимися незначимо) или нельзя. Чем больше выбранная нами доверительная вероятность, тем жестче оказываются требования к полученному результату. Поэтому выбор P связан, в частности, и со степенью трудности достижения более достоверного результата, например, приходится формировать выборку большего объема (при той же ее вариативности). В случаях, когда цена ошибки очень велика, нужно принимать высокую доверительную вероятность.

Обычно более наглядна, ярче воспринимается, кажется более значимой, чем доверительная вероятность, жестко связанная с ней характеристика *вероятность ошибки* (p). Сообщая вывод, нужно отмечать, *меньше какой величины* при этом p . При вычислении *критериев значимости* вместо p употребляют символ α и вместо термина «вероятность ошибки» термин «уровень значимости». Величины табличных

критериев (их называют также критическими и граничными) существенно зависят от выбранного α (или по-иному p).

Выбор доверительной вероятности (или, что то же, уровня значимости) определяет уровень достоверности полученных результатов, то есть то, насколько можно им верить.

6.1.2. Формирование репрезентативной выборки объектов

Сплошное обследование трудоемко и далеко не всегда вообще осуществимо. Выборочное обследование тем менее трудоемко, чем меньше объем n выборки объектов, то есть меньше общее количество чисел, характеризующих их признаки. Однако чем она меньше, тем в общем случае *меньше соответствует* генеральной совокупности объектов, которая *только и интересует нас*: выборка объектов сама по себе нам безразлична, ее формирование и обследование – только *средство*, «мостик» для обследования генеральной совокупности объектов. Это всегда нужно иметь в виду и стараться объем выборки объектов оптимизировать по 2 параметрам: 1) по достоверности отражения интересующих нас свойств генеральной совокупности объектов; 2) по трудоемкости обследования и обработки данных измерений варьирующего признака.

Конечно, степень достоверности отражения целевого (интересующего нас, того, знание о котором – цель обследования) свойства генеральной совокупности зависит не только от объема выборки объектов. Формируя ее, нужно стараться сделать ее *по структуре* как можно более похожей на исходную генеральную совокупность. Так, например, изучая рост студентов-мужчин физкультурного вуза, целесообразно выбрать случайным образом (скажем, по намеченной первой букве фамилии или по жребию) количество студентов каждой специализации, приблизительно пропорциональное общей численности студентов этой специализации в данном вузе, тем самым соблюдая пропорции их количественного соотношения.

Формирование выборки объектов – важная часть статистического исследования. Правильное отражение («представление») выборкой всей генеральной совокупности называют ее *репрезентированием* (представлением), а сама выборка, правильно представляющая генеральную совокупность, *репрезентативной* (хорошо ее представляющей) выборкой. Этот термин применяют часто, и потому его нужно хорошо запомнить.

Репрезентативность выборки дает нам основание считать, что определение ее характеристик в то же время есть приблизительное определение соответствующих характеристик генеральной совокупности (точное и однозначное определение возможно только на основе сплошного обследования).

Заметим: формирование выборки объектов, как и генеральной совокупности объектов, производится на основе классифицирующих признаков, которые одни и те же для всех объектов совокупности. Определять же будем значения варьирующего признака, разные у разных объектов.

6.1.3. Этапы выборочного метода

Применение выборочного метода по содержанию и последовательности действий можно условно разделить на 3 этапа.

1-й этап. Из состава генеральной совокупности объектов формируют репрезентативную выборочную совокупность объектов. Это отнюдь не такой простой процесс, как иногда полагают. Потому что от того, как сформирована выборочная совокупность объектов, зависит достоверность конечного результата статистической обработки. Здесь нужен специалист в исследуемой области знания. Во-первых, необходимо хорошо разобраться в структуре интересующей нас генеральной совокупности объектов – это ключевой момент в статистическом обследовании. Во-вторых, хорошо смоделировать эту структуру выборкой объектов, это главное условие ее репрезентативности (чтобы каждый элемент структурного подраздела генеральной совокупности объектов с одинаковой вероятностью мог попасть в выборочную совокупность объектов). В-третьих, объем выборки должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить нужную достоверность результата.

2-й этап. Путем измерений или другими способами получают значения варьирующего признака каждого объекта сформированной выборочной совокупности объектов (выборки объектов). Так образуется совокупность чисел такого же объема, как выборка объектов, это *статистическая выборочная совокупность*, или выборка. Применяя соответствующие статистические процедуры, определяют ее статистические характеристики, тем самым получая интересующие нас знания о ней. Зачем нам знания о рассматриваемой выборке как некоторой системе? Потому что эти знания мы переносим на выборку объектов, если хотим рассматривать ее как систему. И если нам нужны были именно эти знания, то можно было бы считать обследование

законченным. Но тогда зачем нужна была бы репрезентативность выборки объектов генеральной совокупности объектов?

3-й этап. Дело в том, что выборочным методом пользуются для получения знаний о генеральной совокупности объектов, а выборочная совокупность – лишь средство достигнуть этого. Поэтому на 3-м этапе осуществляется переход от характеристик выборочной совокупности к генеральной совокупности (статистической). Причем приходится идти на важное, хотя строго не оправданное допущение: мы считаем, что поскольку сформированная по *классифицирующим* признакам выборка объектов репрезентативна генеральной совокупности объектов, то и статистическая выборка репрезентативна, но уже по совсем другому, *вариативному признаку*, некоторой воображаемой генеральной статистической совокупности, которая могла бы быть получена сплошным обследованием генеральной совокупности объектов. И потому можно по характеристикам выборочной совокупности определить соответствующие характеристики генеральной совокупности и затем распространить их на генеральную совокупность объектов, что нам и требуется. Для этого служит определение доверительного интервала, построенного для среднего арифметического или характеристик вариативности выборки.

Кратко эти этапы можно обозначить схемой (рис. 6.1):

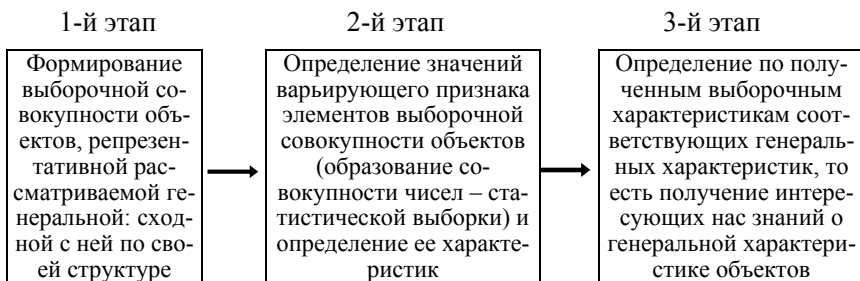


Рис. 6.1. Три этапа применения выборочного метода

6.1.4. Доверительный интервал

Доверительный интервал – это интервал числовых значений (отрезок числовой оси), внутри которого с заданной доверительной вероятностью $P = 1 - \alpha$ находится среднее арифметическое генеральной совокупности \bar{X} или другая генеральная характеристика (кроме объема выборки n). Чаще всего нужно определить генеральное среднее \bar{X} .

Для определения генерального среднего доверительный интервал ($I = \bar{x} \pm s_{\bar{x}} \times t_{\alpha v}$) имеет границы (доверительные границы): «нижняя» $x_1 = \bar{x} - s_{\bar{x}} \times t_{\alpha v}$ и «верхняя» $x_2 = \bar{x} + s_{\bar{x}} \times t_{\alpha v}$. Он симметричен относительно выборочной средней (\bar{x}): выборочное среднее находится в центре доверительного интервала.

Если доверительные интервалы 2 либо нескольких выборок в какой-то своей части совпадают («пересекаются»), то это значит, что у выборок в этой зоне может быть **общее для всех** генеральное среднее (\bar{X}) или общее среднее квадратическое отклонение, то есть нельзя утверждать, что эти выборки образованы из разных совокупностей (хотя такая вероятность может быть даже значительно большей). Это означает принятие H_0 (H_0 -гипотезы, 0-гипотезы, нуль-гипотезы). H_0 – предположения о том, что закономерного различия между выборками нет, что оно случайно, поскольку они, возможно, образованы из одной генеральной совокупности, «принадлежат ей», альтернативная гипотеза (предположение: выборки из разных генеральных совокупностей, и потому различие между ними не случайно) отвергается.

Как уже было сказано, границы доверительного интервала можно вычислять по формуле $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} t_{\alpha v}$, где $t_{\alpha v}$ – значение t -критерия Стьюдента, то есть «нижняя граница» равна $\bar{x} - s_{\bar{x}} t_{\alpha v}$, а верхняя – $\bar{x} + s_{\bar{x}} t_{\alpha v}$, где \bar{x} – рассматриваемое выборочное среднее, $s_{\bar{x}} = \sigma / \sqrt{n}$ – стандартная ошибка средней (ошибка репрезентативности, стандарт), $t_{\alpha v}$ – значение t -критерия Стьюдента для заданных α и v (см. далее раздел «Критерии значимости»). Определяя границы доверительного интервала, определяют его величину (I), которая поэтому:

1) тем меньше, чем больше объем выборки (в пределе, если бы объем выборки достиг объема самой генеральной совокупности, т. е. в выборку вошла бы вся генеральная совокупность, интервал превратился бы в точку, так как при этом выборочная и генеральная совокупности совпали бы, стали бы тождественно равны, и $\bar{x} \equiv \bar{X}$;

2) тем меньше, чем меньше вариативность выборки: поскольку в выражении $I = \bar{x} \pm s_{\bar{x}} \times t_{\alpha v}$, где $s = \sigma / \sqrt{n}$ и $v = n - 1$, так что чем σ меньше и n больше, тем меньше $s_{\bar{x}}$ и $t_{\alpha v}$, а значит, меньше I ;

3) тем меньше, чем меньше принятая доверительная вероятность (то есть больше вероятность ошибки): меньшей доверительной вероятности соответствует меньшее значение $t_{\alpha v}$.

6.2. Сравнение выборок

6.2.1. Значимость различия выборок

В исследованиях и при осуществлении контроля возникает необходимость сравнивать исследуемые (контролируемые) выборки между собой на предмет определения, принадлежат ли они к одной и той же генеральной совокупности или к разным. Например: тренер хочет определить сравнительную эффективность разработанной им системы развития выносливости, ее преимущество перед общепринятой системой (он, естественно, предполагает, что его система лучше общепринятой). Но это нуждается в проверке по возможности более объективным способом, который позволил бы получить веские доводы в пользу такого предположения. В качестве этого способа может быть применено *сравнение выборок на значимость их различия*.

Нужно особо подчеркнуть: статистические методы *в принципе* неспособны дать твердых доказательств, их применение позволяет получить лишь *вероятностные утверждения*, которые могут быть использованы в качестве более или менее веских доводов «в пользу» той или иной точки зрения. В статистике все выводы и утверждения построены на вероятностной основе, и статистическое подтверждение имеет ограниченную достоверность, пропорциональную избранной в каждом конкретном случае доверительной вероятности.

Для проверки эффективности методики нужно сформировать не менее 2 групп: экспериментальную и контрольную (желательно сформировать несколько экспериментальных и несколько контрольных групп, чтобы ослабить действие различных случайных и системных искажающих факторов). Эти группы должны тренироваться: контрольные – по общепринятой методике, экспериментальные – по такой же методике, но с включением предлагаемых проверяемой методикой изменений для лучшего развития выносливости: тут применяется проверяемая методика. По истечении намеченного времени по результатам тестирования выносливости группы сравнивают.

Экспериментальные и контрольные группы должны быть исходно приблизительно одинаковы по особо важным факторам и по исходному (к началу исследования) уровню выносливости, а оценить это без статистической проверки нельзя. Что значит «приблизительно одинаковы»? Это значит, что их можно считать с удовлетворяющей нас степенью вероятности *относящимися к одной и той же генеральной совокупности*, а формально – что у них **может быть** (такая ве-

роятность больше заданной нами) *одинаковое генеральное среднее* (\bar{X}). Тогда говорят, что *различие между ними незначимо*. Если же мы выясняем, что выборки с удовлетворяющей нас мерой вероятности (*доверительной вероятностью*) принадлежат разным генеральным совокупностям, мы говорим, что *различие между ними значимо*. Это определяют вычислением границ *доверительного интервала* для каждого выборочного среднего с последующим сопоставлением полученных доверительных интервалов.

Отметим важное принципиальное обстоятельство: при некоторой доверительной вероятности можно утверждать, что 2 выборки различаются значимо, но может оказаться, что при выборе большей доверительной вероятности приходится считать их различие незначимым (см. 6.2.3. и рис. 6.2).

6.2.2. Связанные и несвязанные выборки

Часто нужно определить, случайно или принципиально различие выборок. Различают *попарно связанные (связанные, сопряженные)* и *несвязанные* (независимые) выборки. Различие между ними необходимо ясно понять. Заключается оно в следующем.

Попарно связанными (связанными) называют выборки, состоящие из значений *одного и того же* признака, измеренного у *одной и той же* выборки объектов в различное время. В результате обе сравниваемые выборки состоят из *сопряженных пар вариант*: каждая такая пара – значения признака, измеренные у одного и того же объекта в разное время. Разделяющий эти измерения интервал времени может быть значительным, измеряясь днями, месяцами, даже годами, например, если замер признака производят в начале и в конце эксперимента. Но этот интервал времени может быть и совсем малым, равным нескольким секундам, например, при сравнении результативности 1-го и 2-го выстрелов в сериях биатлониста.

Иногда считают попарно связанными выборки, где сопряженные пары – значения признаков, измеренные у очень сходных между собой в интересующем нас плане пар объектов; мы каждую пару сходных объектов как бы принимаем за один.

При сравнении связанных выборок интерес представляет *приращение* (положительное или отрицательное) значения признака, а не его абсолютная величина. Например, если проверяется эффективность новой методики развития силы, нужно протестировать рассматриваемую группу до начала применения этой методики и через неко-

128

торое время, достаточное, по нашим расчетам, для того, чтобы убедительно проявился эффект тренировки по-новому. При этом нас интересует, *насколько* сильнее стали спортсмены в результате тренировки, а не какова их сила. Это отражено в процедуре сравнения: анализируют выборку *попарных* (в сопряженных парах) *разностей вариантов*, при этом все уменьшаемые берутся из одной выборки, а вычитаемые – из другой. Порядок пар в выборках можно произвольно менять, но сами пары «разлучать» ни в коем случае нельзя, чтобы не исказить результаты. В основе статистической процедуры лежит образование на базе *двух* сравниваемых выборок *одной* выборки разностей в сопряженных парах.

Совсем другое дело – **несвязанные выборки**. Они состоят из результатов измерений хотя тоже *одного и того же* признака, но в **разных** совокупностях объектов. Например: результаты в подтягивании у школьников X и XI классов, результаты прыжка в длину у группы лыжников и группы конькобежцев, места, занятые спортсменами разных спортивных обществ на соревнованиях. В таком случае процедура основана на сравнении средних *абсолютных значений* вариантов, то есть выборочных средних.

При проведении педагогического эксперимента с участием экспериментальной и контрольной групп нужно:

1) начать эксперимент со сравнения результатов тестирования (данных измерения контрольного признака в каждой из этих групп) как 2 несвязанных выборок, чтобы определить, можно ли считать их незначимо различающимися в рассматриваемом плане – только в таком случае можно начинать эксперимент (в противном случае нужно так скорректировать состав испытуемых в группах, чтобы различия оказались незначимыми: нельзя сравнивать изменения признаков в группах, если они исходно существенно по этому признаку различаются, так как такое исходное различие предопределяет различную реакцию и на одинаковое воздействие);

2) в завершение эксперимента группы тестируют по тому же признаку и сравнивают результаты с исходными, т. е. в каждой из групп сравнивают попарно связанные (связанные) выборки, тем самым определяя, значимо ли приращение признака;

3) сравнивая выборки приращений в экспериментальной и контрольной группах (как несвязанные выборки), определяют, значимо ли они различаются: если значимо в пользу экспериментальной группы, значит экспериментальная методика лучше использованной в кон-

трольной группе, если незначимо – значит нет оснований полагать, что одна методика лучше другой;

4) вместо указанного в п. 3 можно сравнить конечные результаты тестирования в экспериментальной и контрольной группах как несвязанные выборки, и в случае значимости различия сделать вывод о преимуществе, в случае незначимости – о недоказанности преимущества сравниваемых воздействий.

Достоверность выводов из сравнения определяют по *критериям значимости*, их несколько для разных случаев.

6.2.3. Определение значимости различий выборок

Критерий оценивания – признак, на основании которого производят оценивание, определение, идентификацию, классификацию чего-либо, это как бы мерило того, что мы рассматриваем, или некоторое граничное значение, разделяющее качественно различные числовые значения или состояния рассматриваемого объекта. Выше уже упоминались *критерии согласия*. В этом разделе рассмотрены *критерии значимости* как средство сравнения выборок при определении степени их различия.

Критерии могут быть количественными или качественными (содержательными). В статистике критерии, естественно, количественные, числовые. Значения их различны для разных *уровней значимости* различия (так называют принимаемую в расчете *базовую* вероятность ошибки при определении степени различия выборок).

Для вероятностного определения степени различия сравниваемых выборок существуют несколько различных (по заложенным в них математическим основаниям) процедур вычисления критериев значимости: полученные расчетами их значения сравнивают с табличными и на этом основании делают выводы.

Критерии значимости — числовые значения, позволяющие по результатам соответствующих вычислительных процедур, проводимых над сравниваемыми выборочными совокупностями (выборками), подтвердить либо отвергнуть выдвинутую статистическую гипотезу о значимости либо незначимости различия этих выборок, т. е. гипотезу о том, принадлежат они к одной и той же генеральной совокупности либо к разным. Выдвигается либо *нулевая гипотеза* (нуль-гипотеза, 0-гипотеза), которую обозначают символом H_0 , либо *альтернативная* ей.

Математически нуль-гипотеза H_0 выражается предположением о том, что с некоторой выбранной нами доверительной вероятностью P

(либо вероятностью ошибки p) генеральные средние \bar{X}_1 и \bar{X}_2 , соответствующие сравниваемым между собой выборкам 1 и 2, могут оказаться одинаковыми, совпасть, оказаться одним и тем же числом, то есть $\bar{X}_1 \equiv \bar{X}_2$, и потому можно считать, что, поскольку у них общее генеральное среднее, выборки *принадлежат к одной генеральной совокупности* и различаются лишь случайно из-за случайности выбора и значений вариант. В таком случае говорят: нуль-гипотеза H_0 *подтверждается*, в противном случае – *отвергается*.

Альтернативная гипотеза – предположение о том, что с выбранной доверительной вероятностью либо вероятностью ошибки генеральные средние сравниваемых выборок не могут оказаться равными, совпасть по значению: $\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$, в связи с чем можно считать, что выборки *принадлежат к разным генеральным совокупностям*. Это тоже вероятностный вывод, и он зависит от выбранного нами значения доверительной вероятности: чем оно больше, тем больше должны различаться выборочные средние, чтобы можно было утверждать, что различие выборок значимо. Действительно, с увеличением доверительной вероятности возрастают размеры доверительных интервалов, и если при меньшей доверительной вероятности они не пересекались (что подтверждает альтернативную гипотезу, рис. 6.2, а), то при большей доверительной вероятности могут пересечься (рис. 6.2, б) и подтверждается 0-гипотеза (генеральная характеристика может быть одна и та же – различие не доказано).

Вычисленное значение критерия сравнивают с табличным (граничным, критическим), со значением, определяемым по таблице выбранного критерия значимости (по традиции и сами по себе методы вычисления критериев условно называют критериями).

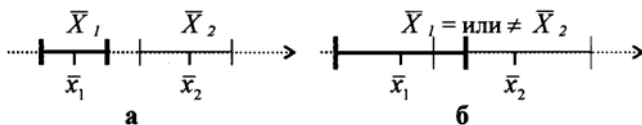


Рис. 6.4. Доверительные интервалы: а – при меньшей, б – при большей доверительной вероятности

Так делают вероятностно обоснованный вывод в отношении проверяемой статистической гипотезы (нулевой или альтернативной).

Различают параметрические и непараметрические критерии значимости. *Параметрические* – только для анализа совокупностей, по-

лученных измерениями в шкале интервалов или в шкале отношений и при нормальном распределении. *Непараметрические* – для анализа также и совокупностей, полученных измерениями в шкале порядка (шкале рангов). Операции по вычислению параметрических критериев включают вычисление дисперсии σ^2 или произведенных из нее характеристик: среднего квадратического σ либо ошибки репрезентативности s .

6.2.4. Непараметрические критерии значимости

Самый простой для вычислений непараметрический критерий – *критерий знаков* (Z-критерий). Им пользуются для сравнения только попарно связанных (связанных) выборок. Пример: количество подтягиваний в конкретной группе лыжников в марте X и в июне Y .

X : 14, 17, 16, 17, 13, 15, 14, 18, 19, 14, 16, 22, 15, 20, 12.

Y : 18, 22, 18, 16, 15, 19, 20, 16, 18, 14, 14, 25, 17, 24, 19.

+ + + – + + + – – 0 – + + + +

Вычитая из вариант 2-й выборки сопряженные с ними варианты 1-й, определяем лишь знаки разностей. Чаще в таблицах стоит граничная сумма *меньшего* количества одинаковых знаков (при этом в таблицах стоят меньшие числа, это удобно). Наиболее употребительны уровни значимости 0,1, 0,05, 0,01, 0,001, 0,0001, для каждого уровня значимости свои граничные значения, служащие числовыми критериями). Подсчитанное количество знаков (расчетное значение) сравнивают с табличным значением для принятого уровня значимости α и количества n *сопряженных* пар (но исключаются пары, в которых разность равна нулю: в нашем примере остается 14 пар). Если расчетное значение Z_p больше табличного, принимают 0-гипотезу, если меньше или равно – отвергают ее (напомним: *при выбранном уровне значимости*). В нашем случае количество знаков, которых меньше, равно 4. По таблице Z-критерия для $n = 14$ и $\alpha = 0,05$ граничное значение 3, поэтому вывод – *различие выборок незначимо* (табл. 6.1).

Безразлично, из 1-й выборки вычитать 2-ю или из 2-й – 1-ю: просто во втором случае на месте плюсов окажутся минусы, а на месте минусов – плюсы, число же знаков, которых меньше, одинаково в обоих случаях.

В связи с простотой требуемых вычислений, Z-критерий широко применяют для предварительного оценивания экспериментальных ре-

зультатов, особенно при больших n сравниваемых выборок. Но в Z-критерии *не приняты в расчет величины разностей* в сопряженных парах, отчего его *мощность (разрешающая способность)* мала, то есть мала достоверность определения значимости различия выборок.

Таблица 6.1

Граничные значения количеств реже встречающихся знаков
(Z-критерий, или критерий знаков)

n	α		n	α		n	α		n	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
7	0	0	31	10	7	55	20	17	79	31	27
8	1	0	32	10	8	56	21	17	80	31	28
9	2	0	33	11	8	57	21	18	81	32	28
10	2	0	34	11	9	58	22	18	82	32	28
11	2	0	35	12	9	59	22	19	83	33	29
12	3	1	36	12	9	60	22	19	84	33	29
13	3	1	37	13	10	61	23	20	85	33	30
14	3	1	38	13	10	62	23	20	86	34	30
15	4	2	39	13	11	63	24	20	87	34	31
16	4	2	40	14	11	64	24	21	88	35	31
17	5	2	41	14	11	65	25	21	89	35	31
18	5	3	42	15	12	66	25	22	90	36	32
19	5	3	43	15	12	67	26	22	91	36	32
20	6	3	44	16	13	68	26	22	92	37	33
21	6	4	45	16	13	69	26	23	93	37	33
22	6	4	46	16	13	70	27	23	94	38	34
23	7	4	47	17	14	71	27	24	95	38	34
24	7	5	48	17	14	72	28	24	96	38	34
25	8	5	49	18	15	73	28	25	97	39	35
26	8	6	50	18	15	74	29	25	98	39	35
27	8	6	51	19	15	75	29	25	99	40	36
28	9	6	52	19	16	76	29	26	100	40	36
29	9	7	53	19	16	77	30	26			
30	10	7	54	20	17	78	30	27			

Существуют более мощные непараметрические критерии: Вилкоксона, Уайта, ван дер Вардена. В этих критериях значимости при-
своением ранга каждой варианте учитываются их количественные значения (для *связанных* выборок – количественные значения разностей в сопряженных парах). Рассмотрим Т-критерии Вилкоксона для связанных (попарно связанных, сопряженных – табл. 6.2) и несвязанных (табл. 6.3) выборок.

Таблица 6.2

**Критические значения Т-критерия Вилкоксона
для связанных выборок**

n	α		n	α		n	α		n	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
6	0	—	11	11	6	16	30	20	21	59	43
7	2	—	12	14	7	17	35	23	22	66	49
8	4	0	13	17	10	18	40	28	23	73	55
9	6	2	14	21	13	19	46	32	24	81	61
10	8	3	15	25	16	20	52	38	25	89	66

Таблица 6.3

**Критическое значение Т-критерия Вилкоксона
для несвязанных выборок**

n ₂	n ₁ – объем меньшей выборки											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Для $\alpha = 0,05$												
5	6	11	17									
6	7	12	18	26								
7	7	13	20	27	36							
8	8	14	21	29	38	49						
9	8	15	22	31	40	51	63					
10	9	15	23	32	42	53	65	78				
11	9	16	24	34	44	55	68	81	96			
12	10	17	26	35	46	58	71	85	99	115		
13	10	18	27	37	48	60	73	88	103	119	137	
14	11	19	28	38	50	63	76	91	106	123	141	160
15	11	20	29	40	52	65	79	94	110	127	145	164
16	12	21	31	42	54	67	82	97	114	131	150	169
Для $\alpha = 0,01$												
5			15									
6		10	16	23								
7		10	17	24	32							
8		11	17	25	34	43						
9	6	11	18	26	35	45	56					
10	6	12	19	27	37	47	58	71				
11	6	12	20	28	38	49	61	74	87			
12	7	13	21	30	40	51	63	76	90	106		
13	7	14	22	31	41	53	65	79	93	109	125	
14	7	14	22	32	43	54	67	81	96	112	129	147
15	8	15	23	33	44	56	70	84	99	115	133	151
16	8	15	24	34	46	58	72	86	102	119	137	155

В качестве примера и для сравнения критериев проведем анализ тех же выборок, которые сравнивали выше по Z -критерию. Определим разности $d_i = (x_i - y_i)$ и общий по обеим выборкам ранг каждой такой разности – отдельно ранги положительных R^- и отрицательных R^+ разностей (нулевую разность не учитывают, эту сопряженную пару не берут в расчет).

X:	14	17	16	17	13	15	14	18	19	14	16	22	15	20	12
Y:	18	22	18	16	15	19	20	16	18	14	14	25	17	24	19
d:	-4	-5	-2	+1	-2	-4	-6	+2	+1	0	+2	-3	-2	-4	-7
R^-	10	12	5		5	10	14					8	5	10	14
R^+				1,5				5	1,5		5				

Ранги присваивают *по возрастанию* модулей всех значений разностей в сопряженных парах без учета знака. Эти ранги показаны под каждым числом уменьшенным шрифтом курсивом с пометкой знака разности. Меньшая сумма рангов (в данном случае сумма рангов положительных разностей $\sum R^+$) равна 13. Так как в таблице критерия Вилкоксона для связанных выборок при $n = 14$ и $\alpha = 0,05$ граничное значение равно 21, заключаем, что выборки *различаются значимо*. Мы видим, что применение более мощного критерия, учитывающего количественные значения разностей в сопряженных парах, привело к иному выводу, чем при применении менее мощного – критерия знаков. Верить следует более мощному критерию.

Когда речь идет о сравнении критериями значимости *несвязанных* выборок, все обстоит иначе. Начать с того, что можно ранжировать (располагать варианты либо по возрастанию, либо по убыванию) *обе выборки*. Определяются средние арифметические и характеристики вариативности выборок. Их объемы могут быть одинаковы $n_x = n_y$ или различны $n_x \neq n_y$.

Рассмотрим непараметрический *T-критерий Вилкоксона* для сравнения *несвязанных* выборок (таблица критических значений приведена ниже). В соответствии с процедурой расчета критерия необходимо как бы объединить их и присвоить ранги вариантам этой объединенной выборки, не забывая, однако, к какой из выборок относятся варианты. Покажем, как это делается. Возьмем для примера результаты

юношей в беге на 100 м в 11-м (выборка *X*) и в 10-м (выборка *Y*) классах средней школы:

X: 13,5 14,3 14,0 14,9 14,2 14,0 13,0 13,7

Y: 15,2 14,0 14,8 14,3 14,9 13,8 14,0 14,9 14,4 14,7 14,1.

Расположим выборки следующим образом (своего рода «лесенкой»):

	1	2	3	6,5	6,5		10	11,5		17				
X:	13,3	13,5	13,7	14,0	14,0		14,2	14,3		14,9				
Y:			13,8		14,0	14,0	14,1	14,3	14,4	14,7	14,8	14,9	14,9	15,2
			4		6,5	6,5	9	11,5	13	14	15	17	17	19

$$\Sigma R_x = 57,5; \Sigma R_y = 132,5; \Sigma R = \Sigma R_x + \Sigma R_y = 190.$$

Выборка *X* записана над чертой, над каждой вариантой указан ее ранг, выборка *Y* записана под чертой, и ранг каждой варианты указан под ней. Ранги высчитывают совместно для обеих выборок, их сумму проверяют по формуле: $\Sigma R = n(n+1)/2$. Здесь $n = 8+11 = 19$. Затем подсчитывают суммы рангов отдельно по выборке *X* и по выборке *Y*, меньшую из этих выборочных сумм рангов (на нашем примере $R_x = 57,5$) сравнивают с граничным значением по таблице *T*-критерия Вилкоксона для связанных выборок, соответствующим $n_x = 8$, $n_y = 11$. При $\alpha = 0,05$ табличное значение $T_{\alpha n} = 55$. Поскольку $\Sigma R_x > T_{\alpha n} = 55$, различие следует считать *незначимым*.

Критерий Ван дер Вардена – это мощный непараметрический критерий, немногим уступающий параметрическому критерию Стьюдента. Его, как и другие непараметрические критерии, можно применять для сравнения любых выборок: тип распределения этих выборок может как угодно отличаться от нормального и варианты могут быть получены измерениями не только в шкалах отношений или интервалов, но и в шкале рангов (шкале порядка). Процедура достаточно сложна. Рассмотрим ее на примере сопоставления результатов 2 групп студентов в беге на короткие дистанции, применявших разные методики подготовки. Эффективность методики оценивалась по улучшению (уменьшению времени) результата в беге на 100 м. Приращения таковы:

группа 1: 0,3 0,4 0,4 0,5 0,5 0,5 0,8 0,9 1,0 1,1

группа 2: 0,2 0,3 0,3 0,4 0,4 0,4 0,4 0,5 0,5 0,6.

Равносильный для результатов вычислений вариант – занятые членами двух групп (тоже по 10 спортсменов в каждой) места на соревнованиях, то есть измерения проведены в шкале порядка, так что *t*-критерий Стьюдента применять нельзя:

группа 1: 2–4 5–10 5–10 11–15 11–15 11–15 17 18 19 20
группа 2: 1 2–4 2–4 5–10 5–10 5–10 5–10 11–15 11–15 16.

Однако примерный расчет проведем на первом варианте, результаты представлены в табл. 6.4, их можно описать по этапам.

1. Располагаем в первых двух столбцах варианты упорядоченных выборок ΔX и ΔY по возрастанию таким образом, что совпадающие значения вариант разных выборок расположены в разных строках.

Таблица 6.4

Расчетная таблица критерия Ван дер Вардена

ΔX	ΔY	i	$i/(n+1)$	$\psi [i/(n+1)]$	ψ	$\psi_{\text{кон}}$
0,3	0,2	1				
		2	0,089	-1,35	-3,30 / 3 = -1,1	-1,10
		3	0,143	-1,07		
0,4	0,3	4	0,190	-0,88		
		5	0,236	-0,72	-2,37 / 6 = -0,40	-0,40
		6	0,286	-0,57		
0,4	0,4	7	0,333	-0,43		-0,40
		8	0,378	-0,31		
		9	0,410	-0,23		
		10	0,457	-0,11		
0,5		11	0,524	0,06	1,54 / 5 = 0,31	0,31
		12	0,571	0,18		0,31
0,5		13	0,619	0,30		0,31
	0,5	14	0,666	0,43		
		15	0,714	0,57		
	0,6	16				
0,8		17	0,810	0,88		0,88
0,9		18	0,857	1,07		1,07
1,0		19	0,905	1,31		1,31
1,1		20	0,957	1,72		1,72

$$\Sigma = 4,00$$

2. В 3-й столбец записываем порядковые номера «*i*» вариант (нумерация общая для вариант обеих выборок), напомним: выборки упорядочены.

3. Выбираем любую из выборок (здесь – выборка ΔX), и вносим в 4-й столбец значения $i/(n+1)$ для каждой из ее вариантов и для вариант выборки ΔY , совпадающих со значениями вариант выборки ΔX .

4. Находим по табл. 6.5 значений функции $\psi[i/(n+1)]$ значения, соответствующие конкретным величинам $i/(n+1)$, и заносим их в 5-й столбец (ψ – греч. «пси»).

5. Для вариант с совпадающими значениями рассчитываем средние значения ψ и заносим их в 6-й столбец.

6. Последний столбец – полученные значения ψ для отобранной выборки ΔX . Подсчитываем их сумму – в нашем случае $\Sigma\psi = 4,00$. Это и есть расчетное значение X -критерия Ван дер Вардена (если выбрать в качестве базовой выборку ΔY , изменится лишь знак суммы).

Таблица 6.5

Значения функции $\psi[i/(n+1)]$

$i/(n+1)$	ψ	$i/(n+1)$	ψ	$i/(n+1)$	ψ	$i/(n+1)$	ψ
0,001	-3,09	0,25	-0,67	0,50	0,00	0,75	0,67
0,01	-2,33	0,26	-0,64	0,51	0,03	0,76	0,71
0,02	-2,05	0,27	-0,61	0,52	0,05	0,77	0,74
0,03	-1,88	0,28	-0,58	0,53	0,08	0,78	0,77
0,04	-1,75	0,29	-0,55	0,54	0,10	0,79	0,81
0,05	-1,64	0,30	-0,53	0,55	0,13	0,80	0,84
0,06	-1,55	0,31	-0,50	0,56	0,15	0,81	0,88
0,07	-1,48	0,32	-0,47	0,57	0,18	0,82	0,92
0,08	-1,41	0,33	-0,44	0,58	0,20	0,83	0,95
0,09	-1,34	0,34	-0,41	0,59	0,23	0,84	0,99
0,10	-1,28	0,35	-0,39	0,60	0,25	0,85	1,04
0,11	-1,23	0,36	-0,36	0,61	0,28	0,86	1,08
0,12	-1,18	0,37	-0,33	0,62	0,31	0,87	1,13
0,13	-1,13	0,38	-0,31	0,63	0,33	0,88	1,18
0,14	-1,08	0,39	-0,28	0,64	0,36	0,89	1,23
0,15	-1,04	0,40	-0,25	0,65	0,39	0,90	1,28
0,16	-0,99	0,41	-0,23	0,66	0,41	0,91	1,34
0,17	-0,95	0,42	-0,20	0,67	0,44	0,92	1,41
0,18	-0,92	0,43	-0,18	0,68	0,47	0,93	1,48
0,19	-0,88	0,44	-0,15	0,69	0,50	0,94	1,55
0,20	-0,84	0,45	-0,13	0,70	0,52	0,95	1,64
0,21	-0,81	0,46	-0,10	0,71	0,55	0,96	1,75
0,22	-0,77	0,47	-0,08	0,72	0,58	0,97	1,88
0,23	-0,74	0,48	-0,05	0,73	0,61	0,98	2,05
0,24	-0,71	0,49	-0,03	0,74	0,64	0,99	2,33

7. Сравниваем расчетное значение критерия с табличным (граничным, критическим) по табл. 6.6 (здесь $n_s = n_1 + n_2$, значения критерия даны для уровней значимости 0,05 и 0,01). Если расчетное значение равно или больше граничного, нулевая гипотеза H_0 отвергается, если меньше – подтверждается (не отвергается). В нашем случае H_0 отвергается: $4,00 > 3,86$ ($n_s = 20$ и $n_1 - n_2 = 0$).

Таблица 6.6

Граничные значения X -критерия Ван дер Вардена

n_s	$n_1 - n_2 = 0$ или 1		$n_1 - n_2 = 2$ или 3		$n_1 - n_2 = 4$ или 5		n_s	$n_1 - n_2 = 0$ или 1		$n_1 - n_2 = 2$ или 3		$n_1 - n_2 = 4$ или 5	
	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01		0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
8	2,40	—	2,30	—	—	—	30	4,88	6,35	4,87	6,34	4,84	6,30
9	2,38	—	2,20	—	—	—	31	4,97	6,47	4,95	6,44	4,91	6,39
10	2,60	3,20	2,49	3,10	2,30	—	32	5,07	6,60	5,06	6,58	5,03	6,55
11	2,72	3,40	2,58	3,40	2,40	—	33	5,15	6,71	5,13	6,69	5,10	6,64
12	2,86	3,60	2,79	3,58	2,68	3,40	34	5,25	6,84	5,24	6,82	5,21	6,79
13	2,96	3,71	2,91	3,64	2,78	3,50	35	5,33	6,95	5,31	6,92	5,28	6,88
14	3,11	3,94	3,06	3,88	3,00	3,76	36	5,42	7,06	5,41	7,05	5,38	7,02
15	3,24	4,07	3,19	4,05	3,06	3,88	37	5,50	7,17	5,48	7,15	5,45	7,11
16	3,39	4,26	3,36	4,25	3,28	4,12	38	5,59	7,28	5,58	7,27	5,55	7,25
17	3,49	4,44	3,44	4,37	3,36	4,23	39	5,67	7,39	5,65	7,37	5,62	7,33
18	3,63	4,60	3,60	4,58	3,53	4,50	40	5,75	7,50	5,74	7,49	5,72	7,47
19	3,73	4,77	3,69	4,71	3,61	4,62	41	5,83	7,62	5,81	7,60	5,79	7,56
20	3,86	4,94	3,84	4,92	3,78	4,85	42	5,91	7,72	5,90	7,71	5,88	7,69
21	3,96	5,10	3,92	5,05	3,85	4,96	43	5,99	7,82	5,97	7,81	5,95	7,77
22	4,08	5,26	4,06	5,24	4,01	5,17	44	6,04	7,93	6,06	7,92	6,04	7,90
23	4,18	5,40	4,15	5,36	4,08	5,27	45	6,14	8,02	6,12	8,01	6,10	7,98
24	4,29	5,55	4,27	5,53	4,23	5,48	46	6,21	8,13	6,21	8,12	6,19	8,10
25	4,39	5,68	4,36	5,65	4,30	5,58	47	6,29	8,22	6,27	8,21	6,25	8,18
26	4,50	5,83	4,48	5,81	4,44	5,76	48	6,36	8,32	6,35	8,31	6,34	8,29
27	4,59	5,95	4,56	5,92	4,51	5,85	49	6,43	8,41	6,42	8,40	6,39	8,37
28	4,68	6,09	4,68	6,07	4,64	6,03	50	6,50	8,51	6,51	8,50	6,48	8,48
29	4,78	6,22	4,76	6,19	4,72	6,13							

Использование критерия Ван дер Вардена довольно трудоемко, и потому к нему обычно обращаются в случае неуверенности в результатах использования других (менее мощных) непараметрических критериев: если расчетное значение критерия недостаточно отличается от табличного (граничного, критического). В тех же случаях, когда при использовании более простых критериев отличие это значительно, результатам вполне можно доверять.

6.2.5. Параметрический критерий значимости

Для определения значимости различия выборок, *но только состоящих из данных, полученных в шкале интервалов или шкале отношений* (то есть в физических величинах) и обязательно *при близком к нормальному их распределению*, служит параметрический критерий Стьюдента (t -критерий). Проверим по этому критерию 0-гипотезу применительно к тем же связанным выборкам. Расчетная формула $t_p = |\bar{d}| / s_d$, где \bar{d} – среднее арифметическое разностей в сопряженных парах $(x_i - y_i)$, $s_d = \sigma / \sqrt{n}$ – ошибка репрезентативности (стандартная ошибка средней) выборки, состоящей из этих разностей. В случае, если расчетное значение критерия $t_p < t_{\alpha\nu}$, считают, что 0-гипотеза подтверждается (различие выборок незначимо), если же, наоборот, $t_p \geq t_{\alpha\nu}$, то 0-гипотеза отвергается: считают, что выборки различаются значимо). Здесь α – уровень значимости, $\nu = n - 1$ – число степеней свободы. Рассчитаем \bar{d} и s_d , для чего подготовим расчетную таблицу (табл. 6.7).

Таблица 6.7

№ п/п	x_i	y_i	d_i	$ d_i - \bar{d} $	$(d_i - \bar{d})^2$
1	14	18	4	1,8	3,24
...
15	12	19	7	4,8	23,04
			$\sum d_i =$; $\bar{d} =$		$\sum (d_i - \bar{d})^2 =$

$$\begin{aligned} \bar{d} &= \sum d_i / n = (4+5+2-1+2+4+6-2-1+0-2+3+2+4+7) / 15 = 2,2; \\ \sigma_d^2 &= [(4-2,2)^2 + (5-2,2)^2 + (2-2,2)^2 + (-1-2,2)^2 + (2-2,2)^2 + (4-2,2)^2 + (6-2,2)^2 + \\ &+ (-2-2,2)^2 + (-1-2,2)^2 + (0-2,2)^2 + (-2-2,2)^2 + (3-2,2)^2 + (2-2,2)^2 + (4-2,2)^2 + \\ &+ (7-2,2)^2] / (n-1) = (3,24+7,84+0,04+10,24+0,04+3,24+14,44+17,64+ \\ &+ 10,24+4,84+17,64+0,64+0,04+3,24+23,04) / 14 \approx 8,31; \\ \sigma_d &= |\sqrt{\sigma_d^2}| \approx 2,9; s_d = \sigma / \sqrt{n} \approx 2,9 / 3,86 \approx 0,75; \\ t_p &= |\bar{d}| / s_d \approx 2,2 / 0,75 \approx 2,9. \end{aligned}$$

Для числа степеней свободы $\nu = n - 1 = 14$ и $\alpha = 0,05$ табличное значение t -критерия $t_{\alpha\nu} = 2,15$. Так как $t_p > t_{\alpha\nu}$, мы делаем вывод, что *различие выборок значимо*. Приведем таблицу критических (граничных) значений t -критерия (табл. 6.8).

Все 3 приведенных примера показывают, что при сравнении попарно связанных выборок информативным является изменение (приращение) в сопряженных парах: из двух сравниваемых выборок фор-

мируют одну, состоящую из вычисленных приращений (то есть из разностей в сопряженных парах), и анализируют уже ее.

Таблица 6.8

Критические (граничные) значения t -критерия Стьюдента

v	Уровни значимости α				v	Уровни значимости α			
	0,1	0,05	0,01	0,001		0,1	0,05	0,01	0,001
1	6,31	12,71	63,66	636,6	17	1,74	2,11	2,90	3,97
2	2,92	4,31	9,93	31,60	18	1,73	2,00	2,88	3,92
3	2,35	3,18	5,84	12,29	20	1,73	2,09	2,85	3,85
4	2,13	2,78	4,60	8,61	22	1,72	2,08	2,82	3,79
5	2,02	2,57	4,03	6,87	24	1,71	2,06	2,80	3,75
6	1,94	2,45	3,71	5,96	26	1,71	2,06	2,78	3,71
7	1,90	2,37	3,50	5,41	28	1,70	2,05	2,76	3,67
8	1,86	2,26	3,36	5,04	30	1,70	2,04	2,75	3,65
9	1,83	2,23	3,25	4,78	40	1,68	2,02	2,70	3,55
10	1,81	2,20	3,17	4,59	50	1,68	2,01	2,68	3,51
11	1,80	2,18	3,10	4,44	60	1,66	2,00	2,66	3,51
12	1,78	2,18	3,06	4,32	80	1,66	1,99	2,64	3,42
13	1,77	2,16	3,01	4,22	100	1,66	1,98	2,63	3,39
14	1,76	2,15	2,98	4,14	200	1,65	1,97	2,60	3,34
15	1,75	2,13	2,95	4,07	500	1,65	1,97	2,59	3,31
16	1,75	2,12	2,92	4,02	~	1,65	1,96	2,58	3,29

Важно, что это не просто математический прием. В таких случаях в практике *интересны именно приращения признака* (положительные, нулевые, отрицательные) *в сопряженных парах* (изменение у каждого испытуемого). Так, при проведении обучающего эксперимента интересен ведь именно прирост целевого результата, полученный благодаря обучению, тренировке. При исследовании возрастных изменений признаков тоже интересны именно их приращения как следствие возрастного развития. Заметим: операции с одной выборкой менее трудоемки, чем с двумя.

Следует подчеркнуть еще одну особенность сравнения попарно связанных (связанных, сопряженных) выборок: изменяя порядок расположения вариантов, *необходимо сохранять сопряженность пар*, «разлучать» их нельзя. Значит, упорядочивать (скажем, располагать по возрастанию) можно только одну из выборок, порядок вариантов в другой при этом предопределен: каждая варианта должна иметь тот же порядковый номер, что и его пара в упорядоченной выборке. Естественно, объемы обеих выборок одинаковы $n_x = n_y$.

Если измеряли в шкале интервалов или отношений и распределение близко к нормальному, к несвязанным выборкам, сравнивавшимся в предыдущем подразделе с применением критерия Вилкоксона, можно применить более мощный t -критерий Стьюдента для несвязанных выборок. При этом расчеты более трудоемки, расчетная формула $t_p = |\bar{x} - \bar{y}| / \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$. Проведем этот расчет и сравним результат с полученным выше.

X: 13,3 13,5 13,7 13,9 14,0 14,0 14,2 14,3 14,9 15,2

Y: 13,8 14,0 14,0 14,1 14,3 14,4 14,8 14,7 14,9 14,9 15,2 15,3;

$\bar{x} = \Sigma x_i / n_x = (13,3 + 13,5 + 13,7 + 13,9 + 14,0 + 14,0 + 14,2 + 14,3 + 14,9 + 15,2) / 10 = 14,1$;

$\bar{y} = y_i / n_y = (13,8 + 14,0 + 14,0 + 14,1 + 14,3 + 14,4 + 14,4 + 14,7 + 14,9 + 14,9 + 15,2 + 15,3) / 12 = 14,5$; $|\bar{x} - \bar{y}| = 0,4$;

$\sigma_x^2 = \Sigma (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1) = [(13,3 - 14,1)^2 + (13,5 - 14,1)^2 + (13,7 - 14,1)^2 + (13,9 - 14,1)^2 + 2(14,0 - 14,1)^2 + (14,2 - 14,1)^2 + (14,3 - 14,1)^2 + (14,9 - 14,1)^2 + (15,2 - 14,1)^2] / (10 - 1) = (0,64 + 0,36 + 0,16 + 0,04 + 0,02 + 0,01 + 0,04 + 0,64 + 1,21) / 9 \cong 0,35$;

$s_x^2 = \sigma_x^2 / n_x \cong 0,035$;

$\sigma_y^2 = \Sigma (y_i - \bar{y})^2 / (n_y - 1) = [(13,8 - 14,5)^2 + 2(14,0 - 14,5)^2 + (14,1 - 14,5)^2 + (14,3 - 14,5)^2 + 2(14,4 - 14,5)^2 + (14,7 - 14,5)^2 + 2(14,9 - 14,5)^2 + (15,2 - 14,5)^2 + (15,3 - 14,5)^2] / (12 - 1) = (0,49 + 0,5 + 0,16 + 0,04 + 0,02 + 0,04 + 0,32 + 0,49 + 0,64) / 11 = 2,7 / 11 \cong 0,245$; $s_y^2 = \sigma_y^2 / n_y \cong 0,245 / 12 \cong 0,02$;

$\sqrt{s_x^2 + s_y^2} = (0,035 + 0,02)^{0,5} \cong 0,75$; $t_p = |\bar{x} - \bar{y}| / \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \cong$

$\cong 0,4 : 0,75 \cong 0,5$.

Для удобства вычисления и чтобы сделать менее вероятными ошибки, целесообразно построить расчетную таблицу (табл. 6.9):

Таблица 6.9

№ п/п	x_i	y_i	$ x_i - \bar{x} $	$(x_i - \bar{x})^2$	$ y_i - \bar{y} $	$(y_i - \bar{y})^2$
1	13,3	13,8	0,8	0,64	0,7	0,49
2	13,5	14,0	0,6	0,36	0,5	0,25
...
10	15,2	14,9	1,1	1,21	0,4	0,16
11		15,2			0,7	0,49
12		15,4			0,9	0,81
	$\Sigma x_i =$ $\bar{x} =$	$\Sigma y_i =$ $\bar{y} =$		$\Sigma (x_i - \bar{x})^2 =$		$\Sigma (y_i - \bar{y})^2 =$

6.2.6. Критерии согласия

Рассмотрим несколько таких критериев применительно к задаче определения того, вправе ли мы конкретную выборку считать имеющей нормальное распределение.

Характер асимметрии эмпирического распределения (а значит отличие его в этом от теоретического нормального, которое симметрично) можно определить по разности $(\bar{x} - Mo)$: если она положительна, значит асимметрия левосторонняя, если отрицательна – правосторонняя. Критериальную проверку по асимметрии As на близость распределения в нашей выборке к нормальному для $n \geq 30$ можно провести по формуле $As = [\Sigma(x_i - \bar{x}) / n] : [\Sigma(x_i - \bar{x})^2 / n]^{3/2}$, полученный результат сравнивают с соответствующими по n и α табличными значениями (табл. 6.10). Если $As_p \geq As_\alpha$, то распределение существенно отличается от нормального, если меньше – можно считать распределение нормальным.

Таблица 6.10

Граничные значения коэффициента асимметрии As_α

α n	0,05	0,01	α n	0,05	0,01	α n	0,05	0,01
30	0,661	0,982	80	0,432	0,631	400	0,200	0,285
35	0,621	0,921	90	0,409	0,596	500	0,179	0,255
40	0,587	0,869	100	0,389	0,567	600	0,163	0,233
50	0,533	0,787	150	0,321	0,464	700	0,151	0,215
60	0,492	0,723	200	0,280	0,403	800	0,142	0,202
70	0,459	0,673	300	0,230	0,329	1000	0,127	0,180

Отличие конкретного распределения от нормального по эксцессу (островершинность, плосковершинность) проверяют по формуле $E_x = [\Sigma(x_i - \bar{x})^4 / \sigma^4] - 3$. Если расчетное значение положительно, наличие островершинности, отрицательно – плосковершинность. Оценки эксцесса и асимметрии применяют обязательно в комплексе.

W-критерий Шапиро-Уилки. Для малых выборок ($n > 10$) можно применять *W*-критерий Шапиро-Уилки. Рассмотрим следующий пример (приводится по Н. А. Масальгину), этапы решения которого отображены в табл. 6.11 содержанием столбцов и вычислений. 2-й столбец – варианты выборки, расположенные по возрастанию, 1-й столбец – их порядковые номера (i). 3-й – первая половина этих порядковых номеров (если n нечетное число, то медиана Me не берется в расчет).

Таблица 6.11

Процедура вычислений W -критерия Шапиро-Уилки

i	x_i	k	$x_{n-k+1} - x_k = \Delta_k$	a_{nk}	$a_{nk} \times \Delta_k$
1	0,8	1	2,1-0,8=1,3	0,5739	0,74607
2	0,8	2	2,0-0,8=1,2	0,3291	0,39492
3	0,9	3	2,0-0,9=1,1	0,2141	0,23551
4	1,0	4	1,9-1,0=0,9	0,1224	0,11016
5	1,2	5	1,5-1,2=0,3	0,0399	0,01197
6	1,5	$SS = 2,636; \quad b = \sum a_{nk} \times \Delta_k = 1,49863$ $W = b^2 / SS = 1,49863^2 / 2,636 = 0,852$			
7	1,9				
8	2,0				
9	2,0				
10	2,1				
			При $\alpha = 0,05 \quad W_{10} = 0,842$, т. е. $W > W_{0,05}$		

В 4-м проставлены *разности* между наибольшей и наименьшей вариантой (последней и первой), между предпоследней и второй, между третьей с конца и третьей с начала и т. д. – это Δ_k . В 5-й столбец внесены a_{nk} – коэффициенты по табл. 6.12, определяемые по n и k по номерам разности k . 6-й столбец – построчные произведения a_{nk} и Δ_k (из 4-го и 5-го столбцов).

Таблица 6.12

Вспомогательные коэффициенты α_k

$\begin{matrix} n \\ \backslash k \end{matrix}$	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,7071	0,6872	0,6646	0,6431	0,6233	0,6052	0,5888	0,5739
2		0,1677	0,2413	0,2806	0,3031	0,3164	0,3244	0,3291
3				0,0875	0,1401	0,1743	0,1976	0,2141
4						0,0561	0,0947	0,1224
5								0,0399
$\begin{matrix} n \\ \backslash k \end{matrix}$	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0,5601	0,5475	0,5359	0,5251	0,5150	0,5056	0,4958	0,4886
2	0,3315	0,3325	0,3325	0,3318	0,3306	0,3290	0,3273	0,3253
3	0,2260	0,2347	0,2412	0,2460	0,2495	0,2521	0,2540	0,2553
4	0,1429	0,1585	0,1707	0,1802	0,1878	0,1939	0,1988	0,2027
5	0,0695	0,0922	0,1099	0,1240	0,1353	0,1447	0,1524	0,1587
6		0,0303	0,0539	0,0727	0,0880	0,1005	0,1109	0,1197
7				0,0240	0,0433	0,0593	0,0725	0,0837
8						0,0196	0,0359	0,0496
9								0,0163

$\begin{smallmatrix} n \\ k \end{smallmatrix}$	19	20	21	22	23	24	25	26
1	0,4808	0,4734	0,4643	0,4590	0,4542	0,4493	0,4450	0,4407
2	0,3232	0,3211	0,3185	0,3156	0,3126	0,3098	0,3069	0,3043
3	0,2561	0,2565	0,2578	0,2571	0,2563	0,2554	0,2543	0,2533
4	0,2059	0,2085	0,2119	0,2131	0,2139	0,2145	0,2148	0,2151
5	0,1641	0,1686	0,1736	0,1764	0,1787	0,1807	0,1822	0,1836
6	0,1271	0,1334	0,1399	0,1443	0,1480	0,1512	0,1529	0,1563
7	0,0932	0,1013	0,1092	0,1150	0,1201	0,1245	0,1283	0,1316
8	0,0612	0,0711	0,0804	0,0878	0,0941	0,0997	0,1046	0,1089
9	0,0303	0,0422	0,0530	0,0618	0,0696	0,0764	0,0823	0,0876
10		0,0140	0,0263	0,0368	0,0459	0,0539	0,0610	0,0672
11				0,0122	0,0228	0,0321	0,0403	0,0476
12						0,0107	0,0200	0,0284
13								0,0094
$\begin{smallmatrix} n \\ k \end{smallmatrix}$	27	28	29	30	31	32	33	34
1	0,4366	0,4328	0,4291	0,4254	0,4220	0,4188	0,4156	0,4127
2	0,3018	0,2992	0,2968	0,2944	0,2921	0,2898	0,2876	0,2854
3	0,2522	0,2510	0,2499	0,2487	0,2475	0,2463	0,2451	0,2439
4	0,2152	0,2151	0,2150	0,2148	0,2145	0,2141	0,2137	0,2132
5	0,1848	0,1857	0,1864	0,1870	0,1874	0,1878	0,1880	0,1882
6	0,1584	0,1601	0,1616	0,1630	0,1641	0,1651	0,1660	0,1667
7	0,1346	0,1372	0,1395	0,1415	0,1433	0,1449	0,1463	0,1475
8	0,1128	0,1162	0,1192	0,1219	0,1243	0,1265	0,1284	0,1301
9	0,0923	0,0965	0,1002	0,1036	0,1066	0,1093	0,1118	0,1140
10	0,0728	0,0778	0,0822	0,0862	0,0899	0,0931	0,0961	0,0988
11	0,0540	0,0598	0,0650	0,0697	0,0739	0,0777	0,0812	0,0844
12	0,0358	0,0424	0,0483	0,0537	0,0585	0,0629	0,0669	0,0706
13	0,0178	0,0253	0,0320	0,0381	0,0435	0,0485	0,0530	0,0572
14		0,0084	0,0159	0,0227	0,0289	0,0344	0,0395	0,0441
15				0,0076	0,0144	0,0206	0,0262	0,0314
16						0,0068	0,0131	0,0187
17								0,0062

Рассчитывают $b = \sum a_{nk} \times \Delta k$ (в нашем примере 1,49863) и сумму квадратов отклонений $SS = \sum (x_i - \bar{x})^2$ (в нашем примере 2,636). Остается определить $W = b^2 : SS = 1,49863^2 : 2,636 = \approx 0,852$ и сравнить с соответствующим табличным значением (оно равно 0,842). Так как $W_{\text{расч}} > W_{\alpha}$ (табл. 6.13), распределение можно рассматривать как нормальное.

Таблица 6.13

Граничные значения W -критерия Шапиро-Уилки
для проверки гипотезы о нормальности распределения

n	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	n	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	n	$\alpha=0,05$	$0,01\alpha$
10	0,842	0,781	21	0,908	0,873	32	0,930	0,904
11	0,850	0,792	22	0,911	0,878	33	0,931	0,906
12	0,859	0,805	23	0,914	0,881	34	0,933	0,908
13	0,866	0,814	24	0,916	0,884	36	0,935	0,912
14	0,874	0,825	25	0,918	0,888	38	0,938	0,916
15	0,881	0,835	26	0,920	0,891	40	0,940	0,919
16	0,887	0,844	27	0,923	0,894	42	0,942	0,922
17	0,892	0,851	28	0,924	0,896	44	0,944	0,924
18	0,897	0,858	29	0,926	0,898	46	0,945	0,927
19	0,901	0,863	30	0,927	0,900	48	0,947	0,929
20	0,906	0,868	31	0,929	0,902	50	0,947	0,930

χ^2 -критерий. Для выборок объемом $n \geq 40$, упорядоченных в форме интервального вариационного ряда, существует более мощный критерий согласия — χ^2 -критерий, его использование предпочтительно. Рассмотрим процедуру χ^2 -критерия на конкретном примере определения, можно ли считать распределение совокупности достаточно близким к нормальному, чтобы в расчетах считать его таковым. Возьмем 50 результатов, показанных в беге на 100 м.

12,4–13,1 13,2–13,9 14,0–14,7 14,8–15,5 15,6–16,3 16,4–17,1 17,2–17,9
1 2 9 15 17 5 1

Выборка задана интервальным вариационным рядом: верхняя строка – интервалы, заданные их границами, нижняя – частоты интервалов.

1-й этап. Формируем гипотезу $H_0: f(x) = f'(x)$, где $f(x)$ – наше распределение, $f'(x)$ – нормальное распределение, и выбираем уровень значимости $\alpha = 0,05$.

2-й этап. Рассчитываем выборочные среднее \bar{x} и среднее квадратическое σ .

3-й этап. Вычисляем значения интервальных частот n' нормального распределения, для чего нужно вероятности значений вариант при нормальном распределении умножить на объем n нашей выборки: $n'_i = n \{ \Phi_0[(x_{oi} - \bar{x})/\sigma] - \Phi_1[(x_{ni} - \bar{x})/\sigma] \}$, где $(x - \bar{x})/\sigma = u$, Φ_0 и Φ_1 – функции Лапласа, x_{ni} и x_{oi} – соответственно верхняя и нижняя границы i -ого интервала вариационного ряда. Конкретные значения функции Лапласа (Φ) найдем по табл. 6.14.

Таблица 6.14

Удвоенные значения функции Лапласа (Φ) (ноль и запятая убраны, значения показаны в десятичных долях)

u	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	u	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08
0,0	0000	0180	0319	0478	0638	1,9	9426	9451	9478	9500	9523
0,1	0797	0955	1113	1271	1428	2,0	9545	9566	9586	9606	9625
0,2	1285	1741	1897	2051	2205	2,1	9643	9660	9676	9692	9707
0,3	2358	2510	2661	2812	2961	2,2	9722	9736	9749	9762	9774
0,4	3108	3256	3401	3545	3688	2,3	9786	9797	9807	9817	9827
0,5	3829	3969	4108	4245	4381	2,4	9836	9845	9853	9861	9869
0,6	4515	4647	4778	4907	5035	2,5	9876	9883	9889	9895	9901
0,7	5161	5285	5407	5527	5646	2,6	9907	9912	9917	9922	9926
0,8	5763	5878	5991	6102	6211	2,7	9931	9935	9939	9942	9946
0,9	6319	6424	6528	6629	6729	2,8	9949	9952	9955	9958	9960
1,0	6827	6923	7017	7109	7199	2,9	9963	9965	9967	9969	9971
1,1	7287	7373	7457	7540	7620	3,0	9973	9975	9976	9978	9979
1,2	7699	7775	7850	7923	7995	3,1	9981	9982	9983	9984	9985
1,3	8084	8132	8196	8262	8324	3,2	9986	9987	9988	9989	9990
1,4	8385	8444	8501	8557	8611	3,3	9990	9991	9992	9992	9993
1,5	8664	8715	8764	8812	8859	3,4	9993	9994	9994	9995	9995
1,6	8904	8948	8990	9031	9070	3,5	9995	9996	9996	9996	9997
1,7	9109	9146	9181	9216	9249	3,6	9997	9997	9997	9998	9998
1,8	9281	9312	9342	9371	9399	3,7	9998	9998	9998	9998	9998

Построим расчетную таблицу для нашего примера и поэтапно заполним ее столбцы (табл. 6.15).

Таблица 6.15

Расчетная таблица χ^2 -критерия

№ п/п	Границы интервалов		Частоты интервалов n_i	Нормированные границы интервалов		Частоты нормального распределения n'_i	$n_i - n'_i$	$\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
	x_{ei}	x_{ni}		u_{ni}	u_{ei}			
1	12,4	13,2	1	-3,33	-2,44	0,345		
2	13,2	14,0	2	-2,44	-1,56	2,603	-0,551	0,024
3	14,0	14,8	9	-1,56	-0,67	9,603		
4	14,8	15,6	15	-0,67	0,22	16,780	-1,780	0,189
5	15,6	16,4	17	0,22	1,11	13,973	3,027	0,658
6	16,4	17,2	5	1,11	2,00	5,538	-0,578	0,051
7	17,2	18,0	1	2,00	2,89	1,040		

Сумма: = 50 = 49,882 = 0,992

1-й столбец – порядковые номера интервалов. 2-й и 3-й – границы интервалов. 4-й столбец – частоты этих интервалов, причем первые 3 объединены в один (в интервале должно быть не менее 5 вариант) и последние 2 – тоже. 5-й и 6-й столбцы – соответствующие нормированные границы интервалов. 7-й столбец – частоты соответствующего рассматриваемой нашей совокупности нормального (теоретического) распределения (первые 3 и последние 2 также объединены). 8-й столбец – разность интервальных частот нашего и нормального распределений. Сумма чисел 9-го столбца и есть расчетное значение χ^2 -критерия. У нас $\chi^2 = 0,992$, сравниваем это значение с табличным (табл. 6.16), при этом число степеней свободы $\nu = k - 3$ (в нашем случае $k = 4$, значит $\nu = 1$). При $\nu = 1$ табличное значение $\chi^2 = 3,84$. Следовательно, *поскольку $\chi^2 < \chi^2_{0,05}$, наше эмпирическое распределение соответствует нормальному на уровне значимости 0,05*. В заключение приведем таблицу критических значений χ^2 -критерия (критерия «хи-квадрат»).

Таблица 6.16

Критические значения χ^2 -критерия

ν	α		ν	α		ν	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
1	3,84	6,63	11	19,68	24,72	21	32,67	38,93
2	5,99	9,21	12	21,03	26,22	22	33,92	40,29
3	7,81	11,34	13	22,36	27,69	23	35,17	41,64
4	9,49	13,28	14	23,68	29,14	24	36,42	42,98
5	11,07	15,09	15	25,00	30,58	25	37,65	44,31
6	12,59	16,81	16	26,30	32,00	26	38,89	45,64
7	14,07	18,48	17	27,59	33,41	27	40,11	46,96
8	15,51	20,09	18	28,87	34,81	28	41,28	48,28
9	16,92	21,67	19	30,14	36,19	29	42,56	49,59
10	18,31	23,21	20	31,41	37,57	30	43,77	50,89

6.3. Немного о дисперсионном анализе

Сравнивать выборки, ориентируясь на их средние арифметические, – не единственный путь определения значимости их различия. Выборки из одной генеральной совокупности, формируемые существенно случайным образом и так, чтобы быть *репрезентативными этой генеральной совокупности*, с большой вероятностью имеют сходные распределения частот и вариативности, а если распределения

и вариативности значительно различаются, это можно воспринимать как свидетельство принадлежности выборок к разным генеральным совокупностям. Поскольку для совокупностей с нормальным распределением частот информативной характеристикой, как самого распределения, так и его вариативности является дисперсия σ^2 , ее можно использовать для сравнения таких совокупностей. Адекватным критерием является F -критерий Фишера (табл. 6.17 граничных значений этого критерия). Возьмем те же выборки: критерий определяется делением квадрата большей дисперсии на квадрат меньшей, в данном случае σ_x^2 на σ_y^2 . Поскольку $F_p < F_{0,05}$, следует сделать вывод: различие выборок незначимо, оно может быть случайным – 0-гипотеза H_0 подтверждается.

Таблица 6.17

Граничные значения F -критерия Фишера при $\alpha = 0,05$

$\begin{matrix} v_1 \\ \backslash \\ v_2 \end{matrix}$	2	5	10	15	20	30	50	100	200	500
1	200	230	242	245	248	250	252	253	254	254
2	19,0	19,3	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
3	9,55	9,01	8,78	8,70	8,66	8,62	8,58	8,56	8,54	8,54
4	6,94	6,26	5,96	5,86	5,80	5,74	5,70	5,66	5,65	5,64
5	5,79	5,05	4,74	4,62	4,56	4,50	4,44	4,40	4,38	4,37
6	5,14	5,39	4,06	3,94	3,87	3,81	3,75	3,71	3,69	3,68
8	4,46	3,69	3,34	3,22	3,15	3,08	3,03	2,98	2,96	2,94
10	4,10	3,33	2,97	2,84	2,77	2,70	2,64	2,59	2,56	2,55
12	3,88	3,11	2,76	2,62	2,54	2,46	2,40	2,35	2,32	2,31
14	3,74	2,96	2,60	2,46	2,39	2,31	2,24	2,19	2,16	2,14
16	3,63	2,85	2,49	2,35	2,28	2,20	2,13	2,07	2,04	2,07
18	3,55	2,77	2,41	2,27	2,19	2,11	2,04	1,98	1,95	1,93
20	3,49	2,71	2,35	2,21	2,12	2,04	1,96	1,90	1,87	1,85
25	3,38	2,60	2,24	2,09	2,00	1,92	1,84	1,77	1,74	1,72
30	3,32	2,53	2,16	2,02	1,93	1,84	1,76	1,69	1,66	1,62
50	3,18	2,40	2,02	1,88	1,78	1,69	1,60	1,52	1,48	1,44
100	3,09	2,30	1,92	1,77	1,68	1,57	1,48	1,39	1,34	1,30
200	3,04	2,26	1,87	1,72	1,62	1,52	1,42	1,32	1,26	1,22
400	3,02	2,23	1,85	1,70	1,60	1,49	1,38	1,28	1,22	1,16

Дисперсионный анализ позволяет оценивать влияние на вариативность рассматриваемого признака отдельных факторов или их сочетаний. На упрощенном примере рассмотрим однофакторный дисперсионный анализ. Пример: по 5 конькобежцев (обозначим их 1, 2, ... 5)

из 3 различных спортивных школ (назовем их А, Б и В) пробежали 500 м, их результаты показаны в табл. 6.18. Общее число спортсменов $N = n_1 + n_2 + n_3 = 15$.

Таблица 6.18

Результаты спортсменов рассматриваемых групп

Участники	Спортшколы		
	А	Б	В
1	50	45	45
2	45	43	43
3	45	47	45
4	51	51	45
5	54	49	44
Средние арифметические	49	47	45

Средние арифметические в группах А, Б и В различны, но неизвестно, случайны эти различия или же характеризуют различия в контингенте спортивных школ. Чтобы выяснить это, нужно проделать следующие операции.

1. Вычислим среднее арифметическое результатов всех 15 спортсменов: так как $n_1 = n_2 = n_3$, $\bar{x} = 49 + 47 + 45 = 47$, а общая сумма квадратов отклонений (*общая вариация* $Q_{\text{общ}}$) равна

$$Q_{\text{общ}} = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2 = (50 - 47)^2 + (45 - 47)^2 + (45 - 47)^2 + (51 - 47)^2 + (54 - 47)^2 + (45 - 47)^2 + (43 - 47)^2 + (47 - 47)^2 + (51 - 47)^2 + (49 - 47)^2 + (45 - 47)^2 + (43 - 47)^2 + (45 - 47)^2 + (48 - 47)^2 + (44 - 47)^2 = 9 + 4 + 4 + 16 + 49 + 4 + 16 + 0 + 16 + 4 + 4 + 16 + 4 + 1 + 9 = 156$$

2. Вычислим *межгрупповую (межклассовую) вариацию*:

$$Q_{\text{мг}} = \sum (\bar{x}_i - \bar{x})^2 = (49 - 47)^2 5 + (47 - 47)^2 5 + (45 - 47)^2 5 = 40$$

(здесь индекс « i » относится к номерам групп).

3. *Внутригрупповая (внутриклассовая) вариация* ($Q_{\text{вг}}$):

$$Q_{\text{вг}} = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 = (50 - 49)^2 + (45 - 49)^2 + (45 - 49)^2 + (51 - 49)^2 + (54 - 49)^2 + (45 - 47)^2 + (43 - 47)^2 + (47 - 47)^2 + (51 - 47)^2 + (49 - 47)^2 + (45 - 45)^2 + (43 - 45)^2 + (45 - 45)^2 + (48 - 45)^2 + (44 - 45)^2 = 116$$

(здесь индекс « i » относится к номерам групп, а « j » – к номерам вариантов в группах).

4. *Проверка*: $Q_{\text{общ}}$ должно быть равно $Q_{\text{мг}} + Q_{\text{вг}}$. Действительно, в данном случае $156 = 40 + 116$ и наши подсчеты верны.

5. Вычислим *общую дисперсию*: $\sigma_{\text{общ}} = Q_{\text{общ}} / (N - 1) = 156 / 14 \cong 11,1$ ($N = 15$ – общее число испытуемых).

6. Вычислим *межгрупповую дисперсию*:

$\sigma_{\text{мг}} = Q_{\text{мг}} / (k - 1) = 40 / 2 = 20$ ($k = 3$ – число сравниваемых групп, в данном случае — сравниваемых спортшкол).

7. Вычислим *внутригрупповую дисперсию*:

$\sigma_{\text{вг}} = Q_{\text{вг}} / (N - k) = 116 / (15 - 3) \cong 9,7$.

8. Определяем, подсчитав F_p , значимо ли проявляется в результатах спортсменов принадлежность к той или иной спортшколе:

$$F_p = \sigma_{\text{мг}} / \sigma_{\text{вг}} = 20 / 9,7 \cong 2,1.$$

Табличное значение F -критерия $F_t = 4$. Поскольку $F_p < F_t$, мы должны заключить, что *нет основания приписывать различия в оценках* (при уровне значимости $\alpha = 0,05$) различным уровням подготовленности контингента рассматриваемых спортшкол.

Средствами дисперсионного анализа можно находить ответы и на вопросы иного рода, но это уже находится за рамками нашего курса спортивной метрологии.

Основные понятия

Базовый уровень значимости	Доверительная вероятность	Несвязанные выборки
Вариации (меж- и внутригрупповые)	Доверительные границы	Нулевая гипотеза
Вероятность ошибки Вилкоксона критерий	Доверительный интервал	Ошибка репрезентативности
Выборочная совокупность (статистическая)	Критерии Вилкоксона	Параметрические критерии
Выборочная совокупность объектов	Критерии значимости	Попарно связанные (связанные) выборки
Выборочное обследование	Критерии согласия	Репрезентативность
Выборочное среднее	Критерий Ван дер Вардена	Сопряженные пары
Генеральная совокупность (статистическая)	Критерий знаков (Z)	Статистические гипотезы
Генеральная совокупность объектов	Критерий Стьюдента	Статистические критерии
Генеральное среднее	Критерий Фишера	Статистические процедуры
Гипотеза статистическая	Критерий Шапиро-Критическое значение критерия	Сумма квадратов отклонений
Дисперсионный анализ	Мощность критерия	Уилки (W)
	Непараметрические критерии	χ^2 -критерий

Контрольные вопросы

1. Что такое совокупности объектов и статистические совокупности? Придумайте пример.
2. Что такое генеральная и выборочная: а) совокупности объектов, б) статистические совокупности?
3. Что такое статистические признаки? Какую роль они играют? Что такое классифицирующие и варьирующие признаки? Непрерывные, дискретные? Количественные, качественные?
4. Что такое репрезентативность выборки? В чем заключается значение этой характеристики? Как ее добиваться?
5. Что такое ранжирование и упорядочение выборки? Как присваивают ранги вариантам? Что такое вариационный ряд?
6. Какими характеристиками статистической совокупности оценивают ее вариативность? Как их вычисляют?
7. Что такое объем совокупности? Каково значение объема выборки? Что такое интервал и шаг интервала?
8. Что такое частота? Частота интервала? Распределение частот?
9. Что такое полигон частот и гистограмма? Каковы правила их построения?
10. Каковы особенности и значение среднего арифметического? Что такое мода и медиана? Каково их положение в нормальном распределении? При каком типе распределения эти 3 характеристики совпадают? Какими символами их обозначают?
11. Перечислите 4 шкалы измерений? В чем их сущность? Как факт измерения в той или иной шкале влияет на возможный выбор статистических методов обработки данных?
12. Что такое теоретическое и эмпирическое распределения? Что такое нормальное распределение и каковы его свойства? Каково его значение в математической статистике?
13. Что такое «правило 3σ »? Как и зачем его применяют?
14. Что такое доверительная вероятность, вероятность ошибки, уровень значимости?
15. Что такое репрезентативность выборки? Как ее достигают? Каково ее значение?
16. Что такое доверительный интервал, как зависит его величина от n , σ , α ?
17. Что такое критерии значимости? Для чего они служат? На чем основано заключение о значимости различий (как это связано с доверительным интервалом)?

18. Как зависит выбор критерия значимости от характера распределения выборок и шкалы, в которой измерялись признаки соответствующих совокупностей объектов?

19. Каковы 2 обязательных условия, позволяющие применять t -критерий Стьюдента?

20. Чем принципиально отличаются процедуры определения значимости различия связанных и несвязанных выборок? Как это связано с тем, чем обычно при этом интересуются?

21. Как зависят табличные (граничные, критические) значения критерия значимости от объема сравниваемых выборок и от принятого уровня значимости α ?

22. Что такое параметрические и непараметрические методы? Почему параметрические методы более мощные?

23. В чем основная сущность («идея») дисперсионного анализа? Что такое общая, межгрупповая и внутригрупповая вариация?

24. В чем идея F -критерия Фишера? Какую из σ ставят в числитель?

25. Что такое критерии согласия, для чего их чаще всего применяют?

26. Что такое скошенность, островершинность, плосковершинность?

Рекомендуемая литература

1. Масальгин, Н. А. Математико-статистические методы в спорте / Н. А. Масальгин. – М. : Физкультура и спорт, 1972.

2. Спортивная метрология : учебник / под общ. ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982.

3. Основы математической статистики : учеб. пособие / под общ. ред. В. С. Иванова. – М. : Физкультура и спорт, 1990.

4. Коренберг, В. Б. Словарь-справочник по спортивной метрологии : учеб. пособие / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.

5. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.

Глава 7. ОСНОВЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

7.1. Фактор как статистическая категория

7.1.1. Случайные события и величины

В природе все взаимосвязано, все процессы – следствие совместного влияния различных факторов, что и определяет развитие этих процессов. То же можно сказать о жизнедеятельности. Любое событие, любая характеристика, любое состояние какого-нибудь объекта, оказывающее то или иное интересующее нас воздействие на характеристики или функции рассматриваемого объекта, в статистике называют фактором. Обычно нам нужно определить характер, абсолютную и относительную (относительно воздействий других факторов) силу воздействия всех факторов в комплексе, некоторой по тем или иным соображениям выделенной их совокупности наиболее существенных (в комплексе), каждого отдельного фактора из группы наиболее существенных.

Но действие отдельного фактора (либо совокупности факторов) *никогда нельзя полностью, исчерпывающе и достоверно определить*, тем более предсказать: всегда помимо контролируемых факторов действует великое множество других факторов различной силы воздействия на фактор, нами рассматриваемый, то есть не 1, не 2 и даже не любая заданная их совокупность. Притом сила воздействия и даже само по себе содержание многих факторов нам либо вообще полностью неизвестно, либо же известно не полностью. Влияние неизвестного количества факторов, действующих неизвестно как, предопределяет *неопределенность и непредсказуемость* результатов. Они *всегда в той или иной мере случайны*.

Но значит ли это, что в результате действия комплекса факторов нет ничего закономерного? Нет, в любой *случайности* сокрыта большая или меньшая доля *закономерности*, хотя не всегда просто ее обнаружить, а тем более определить. Говоря «случайность – форма проявления закономерности», имеют в виду, что в случайностях, в проявлениях случайного, всегда есть закономерные причины, всегда

есть элемент предсказуемого. Часто нужно этот элемент обнаружить и оценить, чтобы понять взаимозависимость основных факторов, влияющих на ход и результаты рассматриваемого процесса.

«Случайная величина (в теории вероятностей) – величина, принимающая в зависимости от случайного исхода испытания те или иные значения с определенными вероятностями. ...Если случайная величина принимает конечную или бесконечную последовательность различных значений, то ее распределение вероятностей (закон распределения) задается указанием этих значений и соответствующих им вероятностей» (*Советский энцикл. слов., 1983*). Добавим: в статистике, где оперируют со случайными величинами, отбрасываемыми признаки рассматриваемых совокупностей объектов, случайные величины могут получать значения в определенном диапазоне. Например, рост взрослого человека не бывает меньше 0,5 м и больше 3 м, масса тела – меньше 20 и больше 700 кг. Помимо этого мы можем знать *тенденцию к определенному распределению частот* значений (их встречаемости, количеству повторов этих значений) рассматриваемой случайной величины внутри такого диапазона возможных значений. Это важно для вероятностного предсказания событий.

Появление случайной величины называют *случайным событием* (или *исходом*). **«Случайное событие** есть такое событие, которое в испытании с наблюдением определенных условий может произойти или не произойти, о котором невозможно с уверенностью предсказать, наступит оно или нет» (*Р. Шторм. Теория вероятностей, математическая статистика, статистический контроль качества. – М., 1970*). Это свершившийся факт нахождения рассматриваемого объекта в определенном состоянии (простом или системном).

7.1.2. Функциональные и статистические зависимости

Вопрос о зависимости одного фактора от другого (или от нескольких), одной характеристики от другой (или от нескольких) совсем не прост. Нередко кажущаяся простота и очевидность даже мешают разглядеть сущность процессов и явлений. Далеко не все зависимости очевидны, непросто бывает определить управляющие ими закономерности и силу влияния этих зависимостей на рассматриваемый фактор, процесс, явление. Конечно, статистика отнюдь не претендует на их всесторонний анализ, но некоторые важные их стороны без помощи статистических представлений и применения статистических процедур узнать непросто, а то и невозможно.

Часто из различных, подчас важных соображений (социального, экономического, медицинского, педагогического характера) нас интересует зависимость случайной величины от одного или нескольких заданных факторов. При этом встречаются односторонние и двухсторонние зависимости (связи, взаимосвязи) двух принципиально разных видов: *функциональные* и *статистические*.

Функциональная зависимость (связь, взаимосвязь) между факторами А и Б заключается в том, что определенному конкретному значению фактора А соответствуют **одно конкретное значение** из множества возможных значений фактора Б либо несколько (иногда много) **конкретных** значений, но и во втором случае из этих значений фактора Б можно точно определить опять-таки **нужное одно**, если умело поставить некоторые общие дополнительные условия – *поскольку все значения определенным образом жестко взаимосвязаны*.

Так, в соответствии с законом Ома значение силы тока I в цепи равно частному от деления величины (числового значения) подведенного к ее концам напряжения V на значение ее сопротивления R : $I = V/R$. Здесь при неизменном омическом (его называют также активным) сопротивлении любому значению V соответствует **одно конкретное значение I** .

Но легко привести примеры и другого рода функциональных зависимостей, в которых однозначной связи нет, но можно поставить условие общего характера, при котором она становится однозначной.

1) уравнению $\sin \varphi = 0,5$ соответствует бесконечное множество значений углов (φ): $\varphi_1 = 30^\circ \pm 360^\circ \times n$ и $\varphi_2 = (180^\circ - 30^\circ) \pm 360^\circ \times n$; чтобы выделить (определить) **одно** и притом **конкретное** значение из этого бесконечного множества, достаточно выбрать между вариантами φ_1 и φ_2 и указать конкретное значение n ;

2) в уравнении $y = x^2$ каждому **конкретному** значению x однозначно соответствует **1 конкретное** значение y ; но в то же время каждому конкретному значению y соответствуют 2 значения x , а именно: $+x$ и $-x$ (если $y = 4$, то $x_1 = 2$, а $x_2 = -2$); но чтобы выделить **одно конкретное** значение, достаточно просто указать, должно оно быть положительным или отрицательным.

В обоих последних примерах показано, как в этих случаях, поставив дополнительные условия, выбрать **одно конкретное значение**, то есть сделать связь между факторами **однозначной**.

Статистическая зависимость. Это принципиально иной тип зависимости, в котором отрицается однозначность зависимости.

Статистическая зависимость (связь) между факторами *A* и *B* состоит в том, что конкретному значению фактора *A* соответствует область (интервал числовой оси) значений фактора *B* с определенным распределением в этой области вероятностей этих значений, причем никакие общие дополнительные условия *не позволяют* предсказать появление *одного* конкретного значения или даже нескольких *конкретных* значений – поскольку разные значения не связаны жестко, они в некотором диапазоне возможных значений случайны.

7.1.3. Связь вероятностных и детерминистских оценок

В своей жизнедеятельности все мы применяем 2 принципиально разных подхода к оценке и прогнозу ситуаций, процессов, событий. Один из этих подходов – *вероятностный*. Суть его в том, что мы приблизительно оцениваем *вероятность* событий или причин чего-либо и, *исходя из этой оценки*, принимаем решение. Мы живем в вероятностном мире: всем без исключения возможным событиям свойственна та или иная вероятность того, что они сбудутся (как и вероятность появления каждой из причин, вызвавших эти события). Планируя любой поступок, человек «прикидывает» вероятности событий, связанных с ходом и результатами этого поступка, ходом и результатами сопровождающих его процессов, с изменениями действующих факторов – и принимает 2 решения: 1) о выборе варианта поступка *по существу*, 2) о выборе *момента* его совершения.

Так, включая в свои произвольные упражнения те или иные сложные элементы, гимнасты или фигуристы обязательно «прикидывают» вероятность удовлетворительного их выполнения (но чаще в расчет берут не *вероятность* *удачи*, а *вероятность* *неудачи*), и взвесив «за» (приобретаемые выгоды, их вероятность) и «против» (негативные последствия и их вероятность), принимают решение.

Но если вероятность неудачи (или ошибки в прогнозе) очень мала, задачу обычно упрощают, рассуждая *детерминистски*: удача, дескать, гарантирована. Или в противном случае, если вероятность *удачи* очень мала, просто считают ее абсолютно недостижимой. В этом опасность ошибиться: если фигурист на тренировке 9 раз из 10 хорошо выполняет сложный прыжок, часто пытаются объяснить его срыв

на соревнованиях только особым волнением, в то время как вероятность срыва прыжка ведь и на тренировке была 0,1, то есть не такой уж и малой.

Любое событие может случиться или не случиться с той или иной вероятностью. Но если вероятность близка к 1, нам удобно считать, что это событие случится обязательно, его называют *достоверным*, если же вероятность очень мала, близка к 0, нам удобно считать, что событие невозможно, что оно вообще не может случиться. Так мы статистическую по своей природе зависимость в своем мышлении преобразуем в функциональную.

Важно (в том числе мировоззренчески) понять, что *вообще-то функциональная зависимость – идеализация*, в реальной действительности такой зависимости нет, есть лишь приближение к ней, она существует только в математике. В физике, химии, тем более в биологии, медицине, педагогике, спорте, экономике, социологии мы ею, на самом деле, заменяем, чтобы упростить формирование выводов и решений, в действительности имеющую место статистическую, *вероятностную* зависимость, характеризующую большой вероятностью одного определенного события. Тот же закон Ома на самом деле приближителен, число электронов, проходящих в единицу времени через сечение проводника колеблется, но в процентном отношении незначительно, что и позволяет пренебрегать этой неоднозначностью и говорить о функциональной зависимости.

Столь упрощающий детерминистский подход нередко неоправданно вытесняет вероятностный, более тонкий и часто, особенно во взаимоотношениях людей, в том числе в педагогике, в медицине, в спорте, много более результативный. Определение целесообразного соотношения детерминистского и вероятностного подходов, правильное понимание их содержательной связи – серьезный мировоззренческий, а не только профессиональный вопрос.

Детерминистскому и вероятностному подходам соответствуют обращение соответственно к *функциональной* или *статистической* зависимости, то есть к определенной оценке характера взаимосвязи сопоставляемых факторов. Это относится к анализу как прошлого, так и настоящего или будущего, а также к прогнозам. Необходимы каждый раз взвешенные, обоснованные решения о применении того или другого подхода, поскольку от правильности или неправильности решения часто зависит многое.

7.2. Корреляция

7.2.1. Корреляция как вид статистической зависимости

Одна из форм статистической зависимости – *корреляционная зависимость*, или *корреляция*. Это зависимость между двумя (*парная корреляция*) или несколькими (*множественная корреляция*) факторами, она может быть одно- или двусторонней, *линейной* и *нелинейной*, сильной (тесной) или слабой. Очевидно наличие зависимостей умственных возможностей человека от возраста, массы тела от роста, кровяного давления от возраста, частоты пульса от нагрузки, цен товаров от валютного курса рубля, максимального результата спортсмена в толчке штанги от максимального веса штанги, с которой он может встать из приседа. Проведя определенные статистические процедуры, можно выявить направленность и силу (тесноту) связи (корреляции) между теми или иными факторами. Анализ с использованием таких процедур называют *корреляционным анализом*.

Говоря в контексте корреляционного анализа о *факторах*, подразумевают *признаки*, отобразить которые могут в принципе лишь неограниченные (бесконечно большие) совокупности чисел, полученных измерением всех объектов из их соответствующих генеральных совокупностей, представляющие собой *статистические* совокупности. Но на практике приходится довольствоваться ограниченными *выборками* из этих совокупностей и оценивать подлинные связи между факторами на основе анализа связи между именно этими выборками, поэтому неизбежно имеет место та или иная вероятность ошибиться, принять неверную оценку или решение.

7.2.2. Корреляционное поле

Рассмотрение корреляции двух факторов (корреляционной связи между ними, их взаимозависимости) полезно начать с построения *корреляционного поля* – графического отображения этой связи. Возьмем в качестве примера связь между двумя выборками: показателей роста группы мужчин-легкоатлетов и их результатов в беге на 110 м с барьерами. Задача – проверить, есть ли связь, и если есть, то насколько тесная.

X(рост) 176 178 179 179 180 180 180 182 182 182 184 185 185

Y(рез-ты) 16,1 15,9 16,0 16,1 15,5 15,7 15,9 15,6 15,8 15,9 15,6 15,2 15,8

X(рост) 185 186 187 188 188 189 190 190 191 192 192 192

Y(рез-ты) 15,9 15,6 15,4 15,3 15,7 15,2 15,3 15,5 15,2 15,2 15,3 15,4

На рис. 7.1. графически отображено распределение (указаны значения и под ними их частоты):

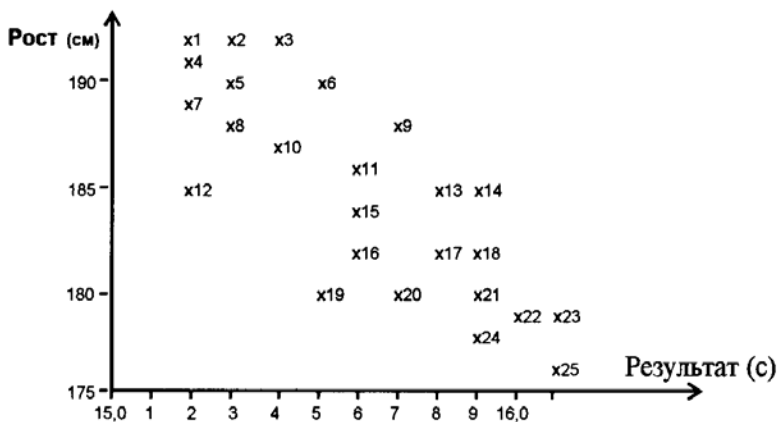


Рис. 7.1. Корреляционное поле по данным примера. Крестиками (x) показаны репрезентативные точки. Их желательно нумеровать в соответствии с номерами, присвоенными спортсменам

Корреляционное поле строят следующим образом (см. рис. 7.1). Каждый объект обозначим числом и отметим его признаки (здесь рост и спортивный результат) на соответствующих осях, восстановим в этих точках перпендикуляры к осям, и место пересечения перпендикуляров пометим точкой или, например, косым крестиком с числом, присвоенным данному объекту — это *репрезентативная точка*, т. е. точка, представляющая рассматриваемый объект. Количество точек в корреляционном поле равно количеству обследованных объектов, количеству полученных *сопряженных пар* чисел. Сопряженные пары (числа, относящиеся к одному и тому же спортсмену) в процессе упорядочения выборок «разлучать» нельзя: «разлучив», нельзя получить репрезентативную точку данного объекта.

Хотя корреляционное поле на рисунке отображает зависимость между ростом спортсменов и их результатами в беге на 110 м с барьерами только в конкретной группе из 25 человек, но мы своим анализом почти всегда пытаемся распространить эту зависимость на всех спортсменов вообще или на данные любых других измерений этих признаков у тех же спортсменов, для чего и оцениваем эту зависимость. Мы говорим о *связи факторов*, поскольку нас почти всегда ин-

интересуют закономерности, свойственные *генеральной совокупности объектов*, а не конкретным выборкам объектов, хотя помним, что выводы получены на материале конкретных выборок, и потому полученные характеристики корреляции называем *выборочными*.

Форма и расположение корреляционного поля, то есть общий характер расположения репрезентативных точек, позволяют сделать несколько важных заключений об анализируемой зависимости.

На рис. 7.2, *а* показаны формы корреляционного поля, фигуры, симметричные относительно проведенных через их середину вертикальных или горизонтальных прямых. Такая форма поля свидетельствует об отсутствии корреляции (статистической связи) между анализируемыми факторами (точнее, о настолько слабой корреляции, что ее не стоит принимать во внимание).

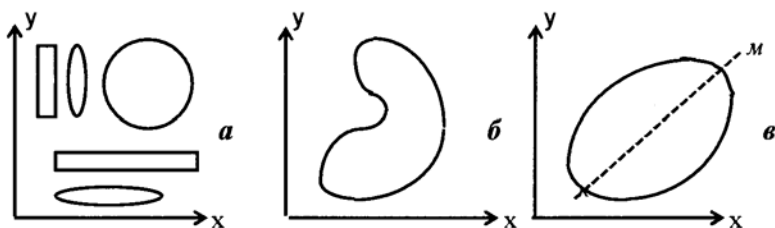


Рис. 7.2. Различные формы и расположение корреляционного поля:
а – корреляции нет, *б* – нелинейная, *в* – линейная корреляция

Рис. 7.2, *б* – корреляционное поле, искривленная форма которого свидетельствует, что зависимость *нелинейна*, то есть какие-то из переменных в ее уравнении имеют показатели степени иные, чем 1. При такой зависимости можно вычислить *корреляционные отношения*, но нельзя определять *коэффициент корреляции* (о нем речь пойдет в следующем разделе лекции).

На рис. 7.2, *в* поле приблизительно симметрично относительно некоторой наклонной к осям прямой *км*, что говорит о *линейной* зависимости между факторами. Такую зависимость можно охарактеризовать *коэффициентом корреляции*.

На рис. 7.3, *а* в одном масштабе показаны 2 корреляционных поля: «широкое», многие точки которого расположены далеко от прямой *км*, и «узкое», точки которого расположены близко к прямой *км*. «Узкое» корреляционное поле характеризует более тесную (сильную)

связь между факторами. Если корреляционное поле «вырождается» в прямую, то есть все репрезентативные точки лежат на одной прямой, то это значит, что имеет место *не корреляционная, а функциональная зависимость*. Оба поля, изображенные на этом рисунке, сходны в одном: четко просматривается одинаковая *тенденция* соотношения признаков-факторов: репрезентативным точкам с большим значением одного фактора соответствуют большие значения и другого фактора. Это *прямая (положительная) зависимость*. А в корреляционном поле на правом рисунке тенденция иная: репрезентативным точкам с большим значением одного фактора соответствуют меньшие значения другого фактора – это *обратная (отрицательная) зависимость*.

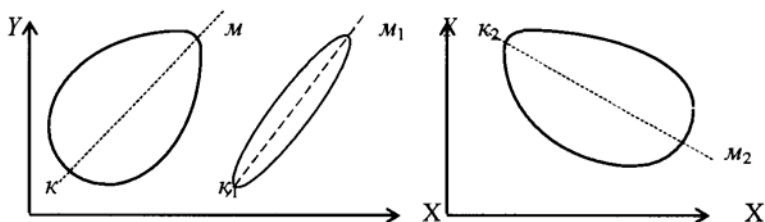


Рис. 7.3. Корреляционное поле: а – прямая (положительная) корреляция; б – обратная (отрицательная)

Итак, по форме корреляционного поля можно определить:

- 1) *существенна зависимость между рассматриваемыми факторами или нет (так слаба, что можно не учитывать);*
- 2) *каков ее характер: линейна она или нелинейна;*
- 3) *какова приблизительно теснота (сила) связи;*
- 4) *какова направленность связи: с прямой (положительной) или обратной (отрицательной) зависимостью мы имеем дело.*

Поэтому полезно хоть для части данных построить корреляционное поле, чтобы составить представление о характере зависимости между факторами и на этой основе план дальнейших действий.

7.3. Коэффициенты корреляции

7.3.1. Коэффициенты корреляции и детерминации

Можно количественно определить *тесноту* связи между факторами и ее *направленность* (прямую или обратную), вычислив: 1) если

нужно определить носящую линейный характер взаимосвязь между двумя факторами, *парный коэффициент корреляции*: в 7.3.2 и 7.3.3 рассмотрены операции вычисления парного линейного коэффициента корреляции по Бравэ–Пирсону (r) и парного рангового коэффициента корреляции по Спирмену (ρ);

2) если мы хотим определить взаимосвязь между двумя факторами, но зависимость эта явно нелинейная, то *корреляционное отношение*;

3) если мы хотим определить связь между одним фактором и некоторой совокупностью других факторов, то *множественный коэффициент корреляции* (или, что то же самое, «коэффициент множественной корреляции»);

4) если мы хотим выявить изолированно связь одного фактора только с конкретным другим, входящим в группу факторов, воздействующих на первый, для чего приходится считать влияние всех остальных факторов неизменным, то *частный (парциальный) коэффициент корреляции*.

Любой коэффициент корреляции (r , ρ) не может по абсолютной величине превышать 1, то есть $-1 < r(\rho) < 1$. Если получено значение 1, то это значит, что рассматриваемая зависимость не статистическая, а функциональная, если 0 – корреляции нет вообще.

Знак при коэффициенте корреляции определяет направленность связи: знак «+» (либо отсутствие знака) означает, что связь *прямая (положительная)*, знак «-» – что связь *обратная (отрицательная)*. К тесноте связи знак никакого отношения не имеет.

Коэффициент корреляции характеризует статистическую взаимосвязь. Но часто нужно определить другого типа зависимость, а именно: каков вклад некоторого фактора в формирование другого связанного с ним фактора. Такого рода зависимость с некоторой долей условности характеризуется *коэффициентом детерминации (D)*, определяемым по формуле $D = r^2 \times 100 \%$ (где r – коэффициент корреляции по Бравэ–Пирсону, см. 7.3.2). Если измерения проводились в *шкале порядка (шкале рангов)*, то с некоторым ущербом для достоверности можно вместо значения r подставить в формулу значение ρ (коэффициента корреляции по Спирмену, см. 7.3.3).

Например, если мы получили как характеристику зависимости фактора Б от фактора А коэффициент корреляции $r = 0,8$ или $r = -0,8$, то $D = 0,8^2 \times 100 \% = 64 \%$, то есть около $2/3$. Следовательно, вклад фактора А и его изменений в формирование фактора Б составляет примерно $2/3$ от суммарного вклада всех вообще факторов.

7.3.2. Коэффициент корреляции по Бравэ-Пирсону

Процедуру вычисления коэффициента корреляции по Бравэ-Пирсону (r) можно применять только в тех случаях, когда связь рассматривается на базе выборок, имеющих нормальное распределение частот (*нормальное распределение*) и полученных измерениями в шкалах интервалов или отношений. Расчетная формула этого коэффициента корреляции:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}.$$

Что показывает коэффициент корреляции? Во-первых, знак при коэффициенте корреляции показывает направленность связи, а именно: знак « $-$ » свидетельствует о том, что связь *обратная*, или *отрицательная* (имеет место тенденция: с убыванием значений одного фактора соответствующие значения другого фактора растут, а с возрастанием – убывают), а отсутствие знака или знак « $+$ » свидетельствуют о *прямой*, или *положительной* связи (имеет место тенденция: с увеличением значений одного фактора увеличиваются и значения другого, а с уменьшением – уменьшаются). Во-вторых, абсолютная (не зависящая от знака) величина коэффициента корреляции говорит о тесноте (силе) связи. Принято считать (в достаточной мере условно), что при значениях $r < 0,3$ корреляция *очень слабая*, нередко ее просто не принимают в расчет, при $0,3 \leq r < 0,5$ корреляция *слабая*, при $0,5 \leq r < 0,7$ – *средняя*, при $0,7 \leq r \leq 0,9$ – *сильная* и, наконец, при $r > 0,9$ – *очень сильная*. В нашем случае ($r \approx -0,83$) связь обратная (отрицательная) и сильная.

Напомним: значения коэффициента корреляции могут находиться в интервале от -1 до $+1$. Выход значения r за эти пределы свидетельствует о том, что в расчетах *допущена ошибка*. Если $r = 1$, то это значит, что связь не статистическая, а функциональная, чего в спорте, биологии, медицине практически не бывает. Хотя при небольшом количестве измерений случайный подбор значений, дающий картину функциональной связи, возможен, но такой случай тем менее вероятен, чем больше объем сопоставляемых выборок n , то есть количество пар сравниваемых измерений.

Расчетная таблица (табл. 7.1) строится соответственно формуле.

Поскольку $\sigma_x = \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 / (n-1)} = \sqrt{0,178} \approx 0,42$, а

$\sigma_y = \sqrt{1,02/10} \approx 0,32$, $r \approx -1,24 / (11 \times 0,42 \times 0,32) \approx -1,24 / 1,48 \approx \underline{-0,83}$.

Иными словами, нужно очень твердо знать, что коэффициент корреляции *не может* по абсолютной величине превосходить 1,0. Это нередко позволяет избежать грубейших ошибок, точнее, найти и исправить допущенные при подсчетах ошибки.

Таблица 7.1

Расчетная таблица для вычисления по Бравэ–Пирсону

x_i	y_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
13,2	4,75	0,2	0,04	-0,35	0,1225	-0,07
13,5	4,7	0,5	0,25	-0,40	0,1600	-0,20
12,7	5,10	-0,3	0,09	0,00	0,0000	0,00
12,5	5,40	-0,5	0,25	0,30	0,0900	-0,15
13,0	5,10	0,0	0,00	0,00	0,0000	0,00
13,2	5,00	0,1	0,01	-0,10	0,0100	-0,02
13,1	5,00	0,1	0,01	-0,10	0,0100	-0,01
13,4	4,65	0,4	0,16	-0,45	0,2025	-0,18
12,4	5,60	-0,6	0,36	0,50	0,2500	-0,30
12,3	5,50	-0,7	0,49	0,40	0,1600	-0,28
12,7	5,20	-0,3	0,09	0,10	0,0100	-0,03
$\Sigma x_i = 137$ $\bar{x} = 13,00$	$\Sigma y_i = 56,1$ $\bar{y} = 5,1$		$\Sigma (x_i - \bar{x})^2 =$ 1,78		$\Sigma (y_i - \bar{y})^2 =$ 1,015	$\Sigma (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) =$ -1,24

7.3.3. Коэффициент корреляции по Спирмену

Как уже было сказано, применять коэффициент корреляции по Бравэ–Пирсону r можно только в тех случаях, когда анализируемые факторы по распределению частот близки к нормальному и значения вариант получены измерениями обязательно в шкале отношений или в шкале интервалов, что бывает, если они выражены физическими единицами. В остальных случаях находят коэффициент корреляции по Спирмену (ρ). Впрочем, этот коэффициент *можно* применять и в случаях, когда разрешено (и желательно!) применять коэффициент корреляции по Бравэ–Пирсону. Но следует иметь в виду, что процедура определения коэффициента по Бравэ–Пирсону обладает большей мощностью («разрешающей способностью»), поэтому r более информативен, чем ρ . Даже при большом n отклонение ρ может быть порядка $\pm 10\%$.

Расчетная формула коэффициента корреляции по Спирмену $\rho = 1 - [6 \Sigma d_R^2 / (n^2 - 1)]$. Воспользуемся нашим примером для расчета r , но построим иную таблицу (табл. 7.2). Подставим такие значения: $\rho = 1 - [6 \times 423 / 11(121 - 1)] = 1 - 2538 : 1320 \approx 1 - 1,9 \approx -0,9$. Мы видим:

ρ оказался немного больше, чем r , но это различие не очень велико. Ведь при таком малом n значения r и ρ очень уж приблизительны, мало достоверны, их действительное значение может колебаться в широких пределах, поэтому различие r и ρ в 0,1 малосущественно. Обычно ρ рассматривают как аналог r , но только менее точный. Знаки при ρ и r показывают направленность связи.

Таблица 7.2

Расчетная таблица

x_i	y_i	R_x	R_y	$ d_R $	d_R^2
13,2	4,75	8,5	3,0	5,5	30,25
13,5	4,70	11,0	2,0	9,0	81,00
12,7	5,10	4,5	6,5	2,0	4,00
12,5	5,40	3,0	9,0	6,0	36,00
13,0	5,10	6,0	6,5	0,5	0,25
13,2	5,00	8,5	4,5	4,0	16,00
13,1	5,00	7,0	4,5	2,5	6,25
13,4	4,65	10,0	1,0	9,0	81,00
12,4	5,60	2,0	11,0	9,0	81,00
12,3	5,50	1,0	10,0	9,0	81,00
12,7	5,20	4,5	8,0	3,5	12,25

$$\sum d_R^2 = 423$$

7.3.4. Применение и проверка достоверности коэффициентов корреляции

Определение степени корреляционной зависимости между факторами необходимо для управления развитием нужного нам фактора: для этого приходится воздействовать на другие факторы, существенно влияющие на него, и нужно знать меру их действенности. Знать про взаимосвязь факторов нужно для разработки или выбора готовых тестов: информативность теста определяется корреляцией его результатов с проявлениями интересующего нас признака или свойства. Без знания корреляций невозможны любые формы отбора.

Выше было отмечено, что в спортивной и вообще педагогической, медицинской и даже экономической и социологической практике большой интерес представляет определение того *вклада*, который *один фактор вносит в формирование другого*. Это связано с тем, что помимо рассматриваемого фактора-причины на *целевой* (интересующий нас) фактор действуют, внося каждый тот или иной вклад в него, и другие.

Считается, что мерой вклада каждого фактора-причины может служить *коэффициент детерминации* $D_i = r^2 \times 100\%$. Так, например, если $r = 0,6$, т.е. связь между факторами А и Б средняя, то $D = 0,6^2 \times 100\% = 36\%$. Зная, таким образом, что вклад фактора А в формирование фактора Б приблизительно $1/3$, можно, например уделять целенаправленному развитию этого фактора приблизительно $1/3$ тренировочного времени. Если же коэффициент корреляции $r = 0,4$, то $D = r^2 \times 100\% = 16\%$, или примерно $1/6$ — в два с лишним раза меньше, и уделять его развитию по этой логике следует соответственно лишь $1/6$ часть тренировочного времени.

Величины D_i для разных существенных факторов дают приблизительное представление о количественном взаимоотношении их влияний на интересующий нас целевой фактор, ради совершенствования которого мы, собственно, и работаем над другими факторами (например, прыгун в длину с разбега работает над повышением скорости своего спринтерского бега, так как оно является тем фактором, который дает самый значительный вклад в формирование результата в прыжках).

Напомним, что, определяя ***D***, можно вместо r поставить ρ , хотя, конечно, точность определения оказывается ниже.

На основе *выборочного* (рассчитанного по выборочным данным) коэффициента корреляции нельзя делать вывод о достоверности факта наличия связи между рассматриваемыми факторами вообще. Для того чтобы сделать такой вывод с той или иной степенью обоснованности, используют стандартные *критерии значимости корреляции*. Их применение предполагает линейную зависимость между факторами и *нормальное распределение* частот в каждом из них (имея в виду не выборочное, а генеральное их представление).

Можно, например, применить t -критерии Стьюдента. Его расчетная формула: $t_p = [k^2(n-2)/(1-r^2)]^{-1/2}$, где k — исследуемый выборочный коэффициент корреляции, а n — объем сопоставляемых выборок. Полученное расчетное значение t -критерия (t_p) сравнивают с табличным при выбранном нами уровне значимости и числе степеней свободы $v = n - 2$. Чтобы избавиться от длительных расчетов, можно воспользоваться специальной таблицей *критических значений выборочных коэффициентов корреляции* (см. ниже), соответствующих наличию достоверной связи между факторами (с учетом n и α).

Число степеней свободы при определении коэффициентов корреляции принимают равным 2 (т. е. $n = 2$). Указанные в табл. 7.3 значения имеют нижней границей доверительного интервала *истинного* коэффициента корреляции 0, то есть при таких значениях нельзя утверждать, что корреляция вообще имеет место. При значении выборочного коэффициента корреляции выше указанного в таблице можно при соответствующем уровне значимости считать, что истинный коэффициент корреляции не равен нулю.

Таблица 7.3

Граничные значения достоверности
выборочного коэффициента корреляции

Число степеней свободы	Значения выборочного коэфф. корреляции при α :		
	0,1	0,05	0,01
2	0,900	0,950	0,990
3	0,805	0,878	0,959
4	0,729	0,811	0,917
5	0,669	0,754	0,874
6	0,622	0,707	0,834
7	0,582	0,666	0,798
8	0,549	0,632	0,765
9	0,521	0,602	0,735
10	0,497	0,576	0,708
20	0,360	0,423	0,537
30	0,296	0,349	0,449
50	0,231	0,273	0,354

Но ответ на вопрос, есть ли реальная связь между рассматриваемыми факторами, оставляет место для другого вопроса: в каком интервале лежит *истинное значение* коэффициента корреляции, каким он может быть на самом деле при бесконечно большом n ? Этот интервал для любого конкретного значения r и n сопоставляемых факторов можно рассчитать, но удобнее пользоваться системой графиков (*номограммой*), где каждая пара кривых, построенная для некоторого указанного над ними n , соответствует границам интервала.

Обратясь к номограмме на рис. 7.4, можно определить интервал значений истинного коэффициента корреляции для вычисленных значений выборочного коэффициента корреляции при $\alpha = 0,05$.

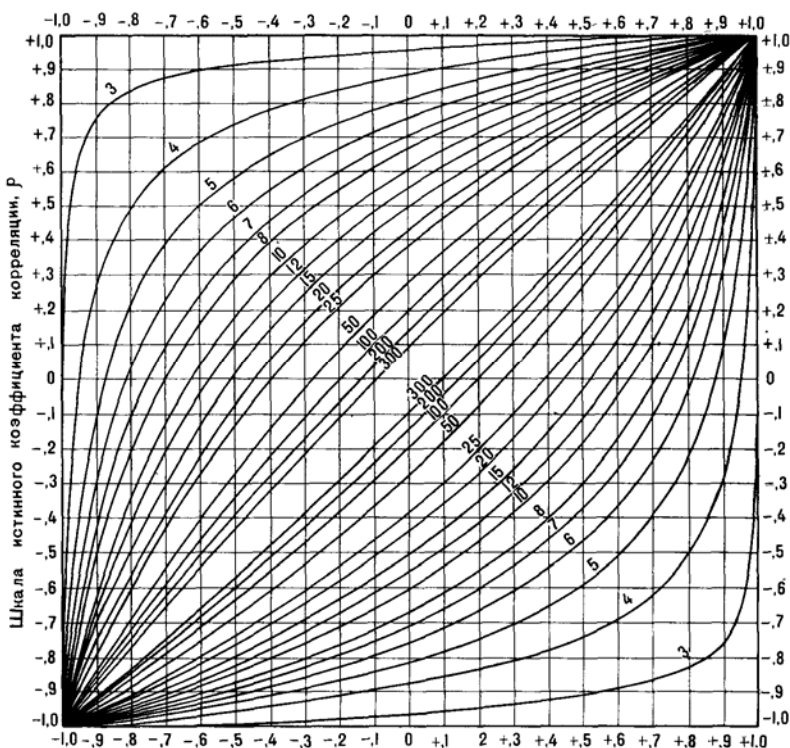


Рис. 7.4. Доверительные границы выборочного коэффициента корреляции ($\alpha = 0,05$). Каждая кривая соответствует указанному над ней n

7.3.5. Корреляционные отношения

Если парная корреляция *нелинейна*, нельзя вычислять коэффициент корреляции, определяют *корреляционные отношения*. Обязательное требование: признаки должны быть измерены в шкале отношений или в шкале интервалов. Можно вычислять корреляционную зависимость фактора X от фактора Y и корреляционную зависимость фактора Y от фактора X – они различаются. При небольшом объеме n рассматриваемых выборок, представляющих факторы, для вычисления корреляционных отношений можно пользоваться формулами:

– корреляционное отношение $\eta_{x/y} = \sqrt{1 - \sum (x_i - \bar{x}_y)^2 / (x_i - \bar{x})^2}$;

– корреляционное отношение $\eta_{y/x} = \sqrt{1 - \sum (y_i - \bar{y}_x)^2 / (y_i - \bar{y})^2}$.

Здесь \bar{x} и \bar{y} – средние арифметические выборок X и Y , \bar{x}_y и \bar{y}_x – *внутриклассовые* средние арифметические. То есть \bar{x}_y – среднее арифметическое тех значений в выборке фактора X , с которыми *сопряжены одинаковые значения* в выборке фактора Y (например, если в факторе X имеются значения 4, 6, и 5, с которыми в выборке фактора Y сопряжены 3 варианты с одинаковым значением 9, то $\bar{x}_y = [4+6+5]/3 = 5$. Соответственно \bar{y}_x – среднее арифметическое тех значений в выборке фактора Y , с которыми сопряжены одинаковые значения в выборке фактора X . Приведем пример и проведем расчет:

X : 75 77 78 76 80 79 83 82 ; Y : 42 42 43 43 43 44 44 45 (табл. 7.4).

Таблица 7.4

Расчетная таблица

x_i	y_i	x_y	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$x_i - x_y$	$(x_i - x_y)^2$
75	41	76	-4	16	-1	1
77	41	76	-2	4	1	1
76	43	78	-3	9	-2	4
78	43	78	-1	1	0	0
80	43	78	1	1	2	4
79	44	82	0	0	-3	9
85	44	82	6	36	3	9
82	45	82	3	9	0	0
$x=79$	$y=43$			$\Sigma=76$		$\Sigma=28$

Следовательно, $\eta_{y/x} = \sqrt{1 - 28/76} \approx 0,8$.

7.3.6. Частные и множественный коэффициенты корреляции

Чтобы оценить зависимость между двумя факторами, вычисляя коэффициенты корреляции, мы как бы по умолчанию предполагаем, что никакие другие факторы на эту зависимость никакого воздействия не оказывают. В реальности дело обстоит не так. Так, на зависимость между массой тела и ростом очень существенно влияют калорийность питания, величина систематической физической нагрузки, наследственность и др. Когда нужно при оценке связи между двумя факторами *учесть существенное влияние* других факторов и в то же время как бы изолироваться от них, *считая их неизменными*, вычисляют *частные* (иначе – *парциальные*) коэффициенты корреляции.

Пример: нужно оценить парные зависимости между 3 существенно действующими факторами X , Y и Z . Обозначим $r_{XY(Z)}$ частный (парциальный) коэффициент корреляции между факторами X и Y (при

этом величину фактора Z считаем неизменной), $r_{ZX(Y)}$ – частный коэффициент корреляции между факторами Z и X (при неизменном значении фактора Y), $r_{YZ(X)}$ – частный коэффициент корреляции между факторами Y и Z (при неизменном значении фактора X). Используя вычисленные простые парные (по Бравэ-Пирсону) коэффициенты корреляции r_{XY} , r_{XZ} и r_{YZ} , можно вычислить частные (парциальные) коэффициенты корреляции по формулам:

$$r_{XY(Z)} = \frac{r_{XY} - r_{XZ} \times r_{YZ}}{\sqrt{(1 - r_{XZ}^2)(1 - r_{YZ}^2)}}; \quad r_{XZ(Y)} = \frac{r_{XZ} - r_{XY} \times r_{ZY}}{\sqrt{(1 - r_{XY}^2)(1 - r_{ZY}^2)}}; \quad r_{ZY(X)} = \frac{r_{ZY} - r_{ZX} \times r_{YZ}}{\sqrt{(1 - r_{ZX}^2)(1 - r_{YZ}^2)}}.$$

И частные коэффициенты корреляции могут принимать значения от -1 до $+1$. Возведя их в квадрат, получают соответствующие частные коэффициенты детерминации, называемые также частными мерами определенности (умножив на 100, выразим в процентах). Частные коэффициенты корреляции больше или меньше отличаются от простых (полных) парных коэффициентов, что зависит от силы влияния на них 3-го фактора (как бы неизменного). Нулевая гипотеза H_0 , то есть гипотеза об отсутствии связи (зависимости) между факторами X и Y , проверяется (при общем количестве признаков k) вычислением t -критерия по формуле: $t_p = r_{XY(Z)} \times (n - k)^{1/2} \times (1 - r_{XY(Z)}^2)^{-1/2}$.

Если $t_p < t_{\alpha v}$, гипотеза принимается (считаем, что зависимости нет), если же $t_p \geq t_{\alpha v}$ – гипотеза отвергается, то есть считается, что зависимость действительно имеет место. $t_{\alpha v}$ берется по таблице t -критерия Стьюдента, причем k – количество учитываемых факторов (в нашем примере 3), число степеней свободы $v = n - 3$. Другие частные коэффициенты корреляции проверяют аналогично (в формулу вместо $r_{XY(Z)}$ подставляют соответственно $r_{XZ(Y)}$ или $r_{ZY(X)}$).

Приведем пример вычисления частного коэффициента корреляции. Здесь фактор X – возраст, фактор Y – количество подтягиваний на перекладине, Z – количество подходов к выполнению подтягивания в течение предшествовавшего месяца (данные сведены в табл. 7.5).

Расчет парных коэффициентов корреляции по Бравэ-Пирсону дает значения: $r_{XY} = 0,25$; $r_{XZ} = 0,71$; $r_{YZ} = 0,71$. Тогда частный коэффициент корреляции

$$r_{XY(Z)} = \frac{0,25 - 0,71 \times 0,71}{\sqrt{(1 - 0,71^2)(1 - 0,71^2)}} = \frac{0,25 - 0,50}{\sqrt{(1 - 0,5)(1 - 0,5)}} \cong -0,5.$$

Таблица 7.5

Исходные данные

<i>X</i> (лет)	<i>Y</i> (раз)	<i>Z</i> (раз)	<i>X</i> (лет)	<i>Y</i> (раз)	<i>Z</i> (раз)
12	6	150	8	5	50
10	5	50	12	7	250
10	3	50	12	4	150
14	7	250	10	6	150
12	4	50	14	5	250
16	5	250	12	3	50
12	6	250	16	6	250
8	4	50	14	4	150
10	5	150	14	5	150

Для оценки зависимости фактора *X* от совместного действия нескольких факторов (здесь факторы *Y* и *Z*), вычисляют значения простых парных коэффициентов корреляции и, используя их, вычисляют *множественный коэффициент корреляции* $r_{X(YZ)}$:

$$r_{X(YZ)} = \frac{\sqrt{r_{XY}^2 + r_{XZ}^2 - 2r_{XY} \times r_{XZ} \times r_{YZ}}}{\sqrt{1 - r_{YZ}^2}}.$$

7.2.7. Коэффициент ассоциации

Нередко требуется количественно оценить зависимость между *качественными* признаками, т. е. такими признаками, которые нельзя представить (охарактеризовать) количественно, которые *неизмеримы*. Например, стоит задача выяснить, существует ли зависимость между спортивной специализацией занимающихся и такими личностными свойствами, как интровертность (направленность личности на явления собственного субъективного мира) и экстравертность (направленность личности на мир внешних объектов). Условные обозначения представим в табл. 7.6.

Таблица 7.6

Сравниваемые данные

Признак 2 \ Признак 1	Интровертность	Экстравертность
Спортивные игры	<i>a</i>	<i>b</i>
Гимнастика	<i>c</i>	<i>d</i>

Очевидно, что числами, имеющимися в нашем распоряжении, здесь могут быть только частоты распределений. В таком случае вычисляют *коэффициент ассоциации* (другое название «*коэффициент сопряженности*»). Рассмотрим простейший случай: связь между двумя парами признаков, при этом вычисленный коэффициент сопряженности называют *тетрахорическим* (см. табл. 7.7).

Таблица 7.7

Количественные данные

$a = 20$	$b = 15$	$a + b = 35$
$c = 15$	$d = 5$	$c + d = 20$
$a + c = 35$	$b + d = 20$	$n = 55$

Вычисления производим по формуле:

$$r_A = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}} = \frac{100 - 225}{\sqrt{35 \times 20 \times 35 \times 20}} = \frac{-123}{700} \cong -0,176.$$

Результат говорит о том, что или занятия гимнастикой формируют интравертность, или в гимнастику приходят преимущественно интроверты, в то время как в спортивных играх обратная ситуация. Но, поскольку значение коэффициента невелико, следует проверить нулевую гипотезу, для чего используют χ^2 -критерий Пирсона. Его расчетное значение определяют по формуле $\chi^2_P = n \times r_A$. В рассматриваемом нами примере $\chi^2_P = 55 \times 0,176 = 9,682$. Поскольку при числе степеней свободы $\nu = 1$ и при $\alpha = 0,01$ табличное (критическое) значение $\chi^2_{\alpha\nu} = 6,63 < \chi^2_P$, можно утверждать, что нулевая гипотеза отвергается, то есть зависимость достоверна при $p < 0,01$.

Вычисление коэффициентов ассоциации (коэффициентов сопряжения) при большом количестве признаков связано с расчетами по аналогичной матрице соответствующего порядка.

7.4. Регрессия

7.4.1. Регрессия как форма статистической зависимости

Корреляционное поле графически отображает *статистическую зависимость*, при которой каждому конкретному значению одного фактора, например фактора x , соответствует интервал значений y . Ес-

ли же каждому конкретному значению фактора x сопоставить *среднее значение* y по интервалу, на графике получим ряд точек, лежащих на некоторой линии, то есть графическое отображение *функциональной зависимости*: каждому конкретному значению одного фактора в таком случае соответствует тоже одно конкретное значение. Такой график называют *линией регрессии*, отображаемую им зависимость – *регрессией* (*регрессионной зависимостью*). Это статистическая по существу зависимость, отображенная в форме функциональной.

Сформулируем сущность этой зависимости: **регрессия** – зависимость от значения x_i (фактора X) среднего значения (\bar{y}) интервала значений фактора Y , возможных при данном конкретном, фиксированном значении (x_i).

Можно сформулировать иначе: **регрессия** – это зависимость, при которой конкретному значению x_i одного фактора (фактора X) соответствует среднее арифметическое \bar{y} области значений фактора Y , возможных при заданном x_i .

Таким образом, по существу переход от корреляционной зависимости к регрессионной (от корреляции к регрессии) – это формальный переход от статистической зависимости к функциональной, но при этом сохраняется ясное понимание того, что функциональной зависимостью здесь *определяется лишь ориентир*, вблизи которого с большой вероятностью и ожидаются значения интересующего нас зависимого фактора. Например, если взять зависимость «должной» массы тела от роста, дается ориентир: например, при росте 170 см «табличный» («должная») масса тела – 65 кг. Он рассматривается как некий усредненный ориентир, и в зависимости от типа телосложения от этой по самому своему замыслу не обязательной, а очень условной нормы можно в довольно широких пределах отклоняться. Другой пример: для устойчивого повышения результата в прыжках в длину с разбега на 20 см (при уровне результатов 5 м) нужно провести в среднем 15 тренировок – но это, конечно, только ориентир.

7.4.2. Аналитическое и графическое отображения регрессии

На рис. 7.5, а показано графическое отображение регрессии, соответствующей уравнению $y = a + bx$ – уравнению *линейной регрессии*, на графике это прямая. Приведенное уравнение представляет собой уравнение прямой, в котором коэффициент (параметр) a_1 – отрезок, отсекаемый этой прямой от оси абсцисс, он может быть положитель-

ным или отрицательным (т. е. может лежать выше или ниже оси абсцисс), коэффициент (параметр) b_1 – так называемый угловой коэффициент прямой, равный тангенсу угла между ней и осью абсцисс, то есть $b_1 = \Delta y / \Delta x$. Коэффициент уравнения регрессии b_1 , определяющий основную часть связи между факторами, называют *коэффициентом регрессии*. Его изменение влечет за собой изменение угла наклона φ линии регрессии, тогда как изменение величины коэффициента a , не меняя угла φ , ведет к ее смещению вверх или вниз параллельно самой себе на величину изменения a (то есть на Δa).

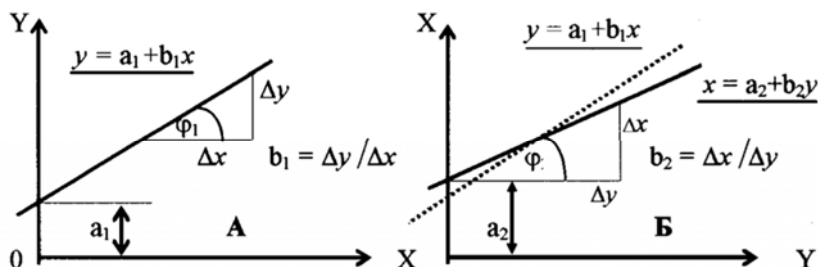


Рис. 7.5. Линии прямой (А), прямой и обратной (Б) линейной регрессии

На рис. 7.5, Б показаны линии *прямой* регрессии, соответствующей уравнению $y = a_1 + b_1x$ (пунктирная линия) – той же, что и на рис. 7.5, А, и *обратной* регрессии, соответствующей уравнению $x = a_2 + b_2y$ (сплошная линия).

По существу, регрессия представляет собой определенную *аппроксимацию* (упрощающее представление) корреляции, позволяющую *ориентировочно* определить значение переменной величины, рассматриваемой в качестве зависимой переменной (функции), *соответствующее* заданному конкретному значению независимой переменной (аргумента).

Коэффициент регрессии b можно определить через коэффициент корреляции r и средние квадратические сопоставляемых выборок (σ_y и σ_x) по формуле: $b = r \times \sigma_y / \sigma_x$. Определив его, легко определить второй коэффициент (a): для этого следует придать переменным y и x значения соответствующих средних арифметических \bar{x} и \bar{y} и решить уравнение $a = \bar{y} - b_1 \bar{x}$.

Зная коэффициенты уравнения регрессии, легко построить ее линию: для этого нужно отложить на оси Y значение a и определить точку с координатами \bar{x}, \bar{y} , после чего через эти две точки провести прямую. Можно поступить иначе: воспользовавшись тригонометрическими таблицами, определить угол, тангенс которого равен b_1 , и под этим углом к оси абсцисс провести прямую через точку a . Еще один способ: провести из точки a вправо луч, параллельный оси абсцисс, отложить на нем (от оси ординат) произвольный отрезок Δx , из правого конца которого затем отложить вертикальный отрезок (Δy), равный $\Delta x \cdot b_1$ (поскольку, как указано выше, $b_1 = \Delta y / \Delta x$). Через его верхнюю точку и точку a проводим прямую — это и есть искомая линия регрессии.

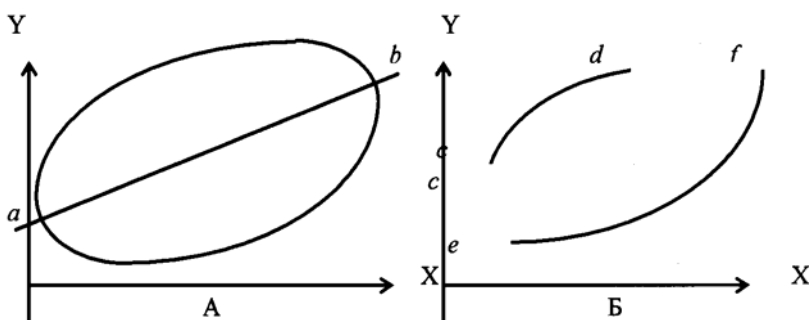


Рис. 7.6. Линии регрессии: a – отображение («замена») корреляционного поля линией линейной регрессии ab , b – линии 2 разных нелинейных регрессий

Линию линейной регрессии, определенным образом отображающую корреляцию, можно «на глаз» провести в корреляционном поле, если его форма близка к эллиптической (т. е. корреляцию можно считать линейной) как длинную ось эллипса, называя «линией свободной руки» (линия af рис. 6, а). Более сложный тип регрессии – нелинейная регрессия – графически отображается некоторой кривой (например линии cd или ef на рис. 6, б).

7.4.3. Применение уравнений и линий регрессии

Регрессия может быть представлена и таблично: так, например, все таблицы расчета очков, соответствующих конкретным результа-

там в легкоатлетических многоборьях, построены на базе соответствующих регрессий, на базе регрессий построены и роста-весовые таблицы, различные таблицы норм, многие математические таблицы.

С помощью уравнений (линий, таблиц) регрессии можно косвенно определить текущие возможности спортсмена. Должные или ожидаемые величины в этом случае считают совокупным, интегрированным результатом вклада различных факторов. Уравнения регрессии используют и в биомеханических расчетах, и в медицине, и в экономике, и в математическом моделировании.

Применение корреляционного и регрессионного анализа помогает выявлять разного рода зависимости и их характер, дает убедительные доводы в пользу существования этих зависимостей, позволяет получить ориентировочные значения интересующих нас факторов-результатов как следствия конкретных значений факторов-причин. В главе рассмотрены лишь элементарные основы этих методов.

Основные понятия

Выборочный коэффициент корреляции	Коэффициент парной ранговой корреляции по Спирмену
Действительный коэффициент корреляции	Коэффициент регрессии
Детерминистский подход	Коэффициенты (параметры) уравнения линейной регрессии
Достоверность выборочного коэффициента корреляции	Коэффициенты уравнения регрессии
Истинное значение коэффициента корреляции	Линейная зависимость
Корреляции коэффициент	Линейная корреляция
Корреляционная зависимость	Линейная регрессия
Корреляционная связь	Линейное уравнение
Корреляционное поле	Линия регрессии
Корреляционные отношения	Множественная корреляция
Корреляция	Нелинейная зависимость (связь)
Коэффиц. детерминации	Нелинейное уравнение
Коэффиц. корреляции	Обратная зависимость (взаимосвязь)
Коэффициент множественной корреляции	Отрицательная зависимость (связь)
Коэффициент парной линейной корреляции по Браве-Пирсону	Параметры уравнения регрессии
	Парциальные (частные) коэффициенты корреляции
	Присвоение рангов

Прямая зависимость (взаимосвязь)	Сила взаимосвязи (связи)
Ранг	Статистич. процедуры
Ранговый коэффициент корреляции	Теснота взаимосвязи
Регрессии	Уравнение линейной регрессии-
Регрессия	Уравнение нелинейной регрессии
Репрезентативные точки корреляцион- ного поля	Частный коэффициент корреляции

Контрольные вопросы

1. Что такое функциональная и статистическая зависимости? Детерминистский и вероятностный подходы?
2. Дайте примеры корреляции (корреляционной зависимости). Что такое в корреляционном анализе факторы, их выборочное представление? Что такое сопряженные пары?
3. Что такое и как строится корреляционное поле? Что такое репрезентативная точка корреляционного поля?
4. Что можно узнать по общей форме корреляционного поля (4 пункта)? Что означает расположение всех его точек на одной линии? Какие формы говорят об отсутствии корреляции?
5. Что такое парные коэффициенты корреляции? Выборочные коэффициенты корреляции? Каков диапазон их возможных значений?
6. В каких случаях можно вычислять коэффициенты корреляции?
7. В каких случаях нельзя вычислять коэффициенты корреляции по Бравэ-Пирсону?
8. В каких случаях нужно вычислять коэффициенты корреляции по Спирмену?
9. В чем принципиальное различие процедур вычисления коэффициентов корреляции по Бравэ-Пирсону и по Спирмену?
10. Что такое множественная корреляция? Что такое множественный коэффициент корреляции?
11. Что такое частный коэффициент корреляции?
12. Что такое коэффициент детерминации, для чего он служит?
13. Что такое регрессия (регрессионная связь, зависимость)?
14. Почему регрессия, будучи статистической зависимостью, имеет вид функциональной зависимости?

15. Как соотносятся корреляционная и регрессионная зависимости между одними и теми же парами факторов? В чем существо и для чего нужна замена корреляции регрессией?

16. Что такое линейная и нелинейная регрессия? Каковы уравнения линейной регрессии, их коэффициенты (параметры)?

17. Как по уравнению регрессии построить ее линию, составить таблицу? Как по линии (графику) линейной регрессии определить ее уравнение, составить таблицу?

18. Как, зная коэффициент корреляции и средние квадратические отклонения, определить коэффициенты уравнения соответствующей линейной регрессии?

Рекомендуемая литература

1. Масальгин, Н. А. Математико-статистические методы в спорте / Н. А. Масальгин. – М. : Физкультура и спорт, 1972.

2. Спортивная метрология : учебник для ин-тов физ. культ. / под общ. ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982.

3. Основы математической статистики : учеб. пособие / под общ. ред. В. С. Иванова. – М. : Физкультура и спорт, 1990.

4. Коренберг, В. Б. Словарь-справочник по спортивной метрологии / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.

5. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.

Часть 3. ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЕ АСПЕКТЫ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Глава 8. СПОРТИВНАЯ ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

8.1. Спортивная двигательная активность (СДА)

СДА представляет собой двигательную ткань не только спорта, она составляет значительную часть содержания физического воспитания и нередко рекреативной двигательной активности. Это двигательная активность в процессе выполнения спортивных упражнений и двигательных заданий в ходе физкультурно-спортивной подготовки, с какой бы целью их не выполняли. Одна из важных особенностей СДА – ее «искусственность», ее несоответствие обычным жизненным нуждам. Она строится по другим законам и ее оценивают по другим критериям. СДА, конечно, во многом связана с неспортивной, бытовой и трудовой двигательной активностью: аналогичны управляющая роль мотивационных структур, программность, требования к биомеханической рациональности, точности движений, обеспечению действий навыками. Формирование спортивных двигательных навыков опирается во многом на уже сформированные трудовые и бытовые двигательные навыки, изменяя и интегрируя их в соответствии с нуждами СДА.

СДА имеет иерархическую структуру (рис. 8.1), пренебрегать учетом которой при анализе или даже поверхностном рассмотрении СДА недопустимо: СДА побуждается, направляется и управляется психическими и физиологическими механизмами, различными и по-разному «взаимосодетствующими» на разных иерархических уровнях, что и определяет многоуровневую иерархическую структуру СДА. Поэтому компоненты СДА различного иерархического уровня требуют существенно различающихся подходов и средств при их анализе. Это важный методологический принцип анализа СДА.



Рис. 8.1. Иерархия категорий СДА. Жирными шрифтом и границами выделены «ключевые» уровни СДА

Особое, «ключевое» положение в иерархии СДА занимают ее 6-й («Спортивные двигательные действия (СДД)») и 7-й («Формирование и решение простых спортивных двигательных задач (СДЗ)») структурные уровни. СДД – самый по уровню *высокий* из фрагментов (компонентов) СДА, который *в процессе его осуществления еще воспринимается субъектом как неделимая целостность* (не во время осуществления – до или после – мысленное представление об этом действии может быть разделено на части: для анализа, из психологических или педагогических соображений). Формирование и решение простой СДЗ – самый по своему уровню *низкий* из фрагментов (компонентов) СДА, который *направляется собственной* (сформированной в процессе формирования этой СДЗ) *деятельностно значимой* (имеющей собственное значение для деятельности) *целью*.

Сложная СДЗ – сильносвязная совокупность простых СДЗ, образующая нераздельную систему, ее решение представляется субъекту как целостная система (зачастую даже как решение нераздельной СДЗ), а решение входящих в ее состав простых СДЗ – как подсистемы. Эти решения между собой по возможности так согласованы, чтобы лучше решалась сложная СДЗ, пусть даже в некоторый ущерб простым СДЗ.

Пренебрежение иерархичностью структуры СДА привело, в частности, к тому, что в сфере физического воспитания и спорта навык и умение не различают как категории разного деятельностного уровня, их принято различать только по степени совершенства общего для них механизма, то есть функциональной системы (по П. К. Анохину).

8.2. Психические и психофизиологические компоненты СДА

СДА осуществляется отнюдь не только опорно-двигательной системой. Побуждающую, осмысляющую, направляющую и управляющую (включая регуляцию) роль играют психические (в том числе психологические³), психофизиологические и нейрофизиологические компоненты СДА. К настоящему времени научные представления в этой сфере заставляют желать лучшего. В значительной мере в связи с этим при анализе СДА в практике (и даже в теории) физического воспитания и спорта содержанию и роли этих компонентов обычно не уделяют должного внимания. Между тем они очень многое определяют, не учитывая их, специалист обречен на принципиальные педагогические ошибки. Поэтому целесообразно хотя бы кратко их рассмотреть.

8.2.1. Рефлексы

Понятие «рефлекс» со времени введения его Рене Декартом (дуга Декарта) в XVII в. принципиально не изменилось до настоящего времени: введение И. П. Павловым понятий «условный рефлекс» и «безусловный рефлекс» значительно обогатило представления об этом механизме, но не изменило сущности понимания рефлекса как реакции всего организма как целого (организменной реакции). Между

³ В смысле совокупности психических процессов, обуславливающих какой-либо род деятельности (в данном случае физкультурно-спортивную).

тем, существующей концепции рефлекса свойственны принципиальные внутренние противоречия, требующие своего разрешения.

Так, рефлекс называют нервной дугой, нервным процессом. Но ведь в соответствии с существующей концепцией в рефлекторную дугу может входить и эффектор, не являющийся нервным образованием: мышца, железа. Но рефлекса как организменной реакции без эффектора нет. Если же он участвует в реакции, то нервной дугой и нервным процессом рефлекс уже не назовешь.

Концепция функциональной системы П. К. Анохина не вписывается в существующую рефлекторную теорию (об этом завуалировано сказал сам автор концепции: ни цель, ни информация обратной связи (неудачно названная им «обратной афферентацией»⁴), ни программирование активности, ни регуляции, ни оценочная функция. Между тем, без обращения к понятию «функциональная система» (по П. К. Анохину) невозможен внятный анализ активности вообще, СДА в частности.

Наконец, главное: в течение жизни человек не может успеть сформировать столько условных рефлексов, сколько различных по характеру и параметрам действий нужно иметь возможность совершить: по самым скромным подсчетам, разных действий и их вариантов (двигательных и недвигательных) столько, что для их осуществления может понадобиться несколько миллиардов рефлексов, в то время как в 100 годах жизни всего около 3 миллиардов 160 миллионов секунд. Следовательно, при круглосуточной работе в течение 100 лет человек в среднем каждую секунду должен выработать 1 условный рефлекс, что, конечно, нелепо предполагать. Отсюда следует, что человек за свою жизнь может сформировать лишь ограниченное количество рефлексов, а значит, существует лишь такое же ограниченное количество рефлексогенных раздражителей. Ориентировочно можно предположить, что их у нормального человека не более чем несколько тысяч. Совершенно очевидно, что такое количество разных рефлексов никак не может обеспечить бесконечно разнообразную активность человека, требующую адекватных реакций на воздействия извне и посылы изнутри.

Предложенное Н. А. Бернштейном понятие «кольцевой рефлекс» не позволяет выйти из положения: во-первых, оно не снимает ни од-

⁴ Это часть общей афферентации, относящаяся к ходу и результатам решения задач и их блоков. Она не «обратная», так как передается от периферии к центру, а отнюдь не наоборот, «навстречу».

ного из перечисленных противоречий, а во-вторых, информация обратной связи и даже ответ на нее приходят совсем не в тот пункт, в котором раздражитель сформировал раздражение как отправной момент реакции организма. Следовательно, никакого «кольца» даже формально нет.

Единственный же способ разрешения всех этих трех противоречий видится в том, чтобы считать рефлексом механизм активации соответствующей ему функциональной системы, которая может обеспечить адекватную обстоятельствам активность [1, 6]. В таком случае можно говорить о «нервной дуге», практически все ценное, наработанное условнорефлекторной теорией, сохраняется в науке, а разного рода натяжки, которыми старались замаскировать «неувязки» этой теории, становятся просто ненужными, «не затребованными».

8.2.3. Афферентация как компонент СДА

В понятие «афферентация» входят *ощущения* как продукт «первичной» обработки центральной нервной системой (ц.н.с.) раздражений отдельных рецепторов или их небольших групп, возникших в результате воздействия раздражителей; *восприятия* как системно организованные, психически преобразованные осознаваемые комплексы ощущений: продукт «первичной» обработки ц.н.с. ощущений или «вторичной» – раздражений рецепторов; *простые образы* как системно объединенные и психически деятельностно преобразованные, осмысленные, экономно закодированные комплексы одномодальных (например, только зрительных, или только слуховых, или только проприоцептивных) восприятий – продукт «первичной» их обработки ц.н.с. или «вторичной» – ощущений; *сложные образы* как системно организованные (объединенные) комплексы разномодальных образов: продукт «первичной» обработки ц.н.с. простых образов, «вторичный» – восприятий. Помимо этого в афферентации осуществляется идентификация (распознавание) и частичное количественное и качественное (содержательное) определение характеристик восприятий и образов.

Афферентация сопровождает любую нашу активность, а нередко и составляет ее основное содержание и цель: цель обстановочной (по П. К. Анохину) афферентации – получение информации для формирования ситуации как мысленной модели реальности; цель афферентации обратной связи – получение информации о ходе и результатах активности. По большей части афферентация системно объединяет, интегрирует восприятия и образы разных модальностей, то есть информацию, формируемую разными анализаторами.

Большая часть афферентной информации поступает без специально направленных на это активных усилий, как бы сама собой – это *пассивная* афферентация. Если же человек мобилизует и направляет свою сенсорную активность на выборочное получение максимальной нужной ему информации, он осуществляет *активную* афферентацию. При этом он одновременно снижает количество и качество осознаваемой информации, получаемой пассивно, что важно для СДА: может оказаться, что потерянная информация была бы очень нужна. Поэтому не всегда целесообразен высокий уровень активной афферентации, нужно сохранять соответственно ситуации оптимальный баланс уровней активной и пассивной афферентации.

Наряду с реальной афферентацией логично говорить о квазиафферентации: о восприятии временных интервалов, «домысливании» образов (например, о восприятии или образе движения на основе восприятий мгновенных положений, о процессах экстраполяции и интерполяции на основе реальных восприятий и образов, о мысленном конструировании восприятий и образов на основе воспоминаний о ранее возникавших). Точность и «тонкость» афферентных дифференцировок (различений) у людей различны, они тренируемы не в одинаковой мере успешно у разных людей. Это связано и с состоянием анализаторов (хроническим и оперативным) человека, и с его психическими особенностями. Педагогическое значение этих характеристик велико.

Важное свойство афферентации – константность получаемых восприятий и образов и инвариантность оценок их параметров. Под константностью восприятий и образов понимается их стабильность, невзирая на какие-то не слишком существенные изменения объектов анализа, внешних условий, состояния субъекта. Под инвариантностью оценок параметров понимается узнавание и оценивание независимо от локализации, ориентации, интенсивности характеристик объекта.

Работу всех механизмов афферентации можно совершенствовать упражнениями и контролировать тестированием.

Говоря об афферентации, необходимо упомянуть о расширении ее возможностей применением соответствующих технических средств: усиливающих или ослабляющих действие раздражителей, преобразующих раздражители (оптические приборы и устройства, слуховые аппараты, тепловизоры, в том числе приборы ночного видения, приборы ультразвукового сканирования и др.).

8.3. Спортивная ситуация

8.3.1. Что такое ситуация?

Говорят: «действовать в соответствии с ситуацией», «сообразуясь с ситуацией», «ситуативные потребности», «ситуативное поведение», «ситуативный подход». Поэтому для эффективного анализа спортивной двигательной активности необходимо разобраться в том, что же такое ситуация, с которой нужно сообразовываться. Здесь далеко не всё просто и очевидно.

Если посмотреть словарные определения, легко убедиться, что они однородны: в них утверждается, что ситуация – это некоторая интересующая субъекта часть объективной реальности, в основном имея в виду внешнюю относительно субъекта. То есть, якобы, может существовать некоторая содержательно самостоятельная часть объективной (подлинной, истинной, действительной) реальности, к тому же произвольно отобранная «по интересу» субъекта.

Что такое *реальность*, реальные условия? Это то, что *есть на самом деле* во всей своей полноте, в своей действительности. Реальность неделима, ее нельзя разделить на части, произвольно «вырезать» из нее какие-то ее компоненты, а остальное убрать. Она такая как есть, единая и неделимая. Мы эту действительность во всей ее полноте воспринять и тем более осмыслить не можем, да это нам и не нужно. Более того, лавина информации, которая при этом обрушилась бы на нас, настолько превосходила бы те объемы информации, которыми может оперировать наш мозг, что «задавила» бы наше сознание, просто не позволила бы нам ничего понять, осмыслить. При этом мало вероятно, чтобы та небольшая частица этого потока информации, которая все же в информационные каналы мозга попала, содержала бы хоть какую-нибудь нужную нам информацию.

Совсем другое дело – *мысленное выделение* из реальности нужной нам (по нашему мнению) совокупности реальных объектов (ее компонентов), которые мы можем (тоже мысленно) системно объединить в *мысленную модель реальности*. Поскольку нас в каждый момент времени всегда интересует решение конкретной задачи или совокупности задач, мы «выхватываем» из реальности те объекты и их функциональные связи, представление о которых, по нашему мнению, может помочь нам решить задачу (задачи): эта модель *ориентирована на решение конкретной задачи* (конкретных задач).

Принято говорить, что мы ориентируемся, строим свое поведение, свою активность в соответствии с ситуацией. При этом всегда подра-

зумевают отнюдь не всю реальность в целом, а только некоторую ее часть, притом выделенную не по пространственному, а по содержательному принципу – из материальных объектов как бы «вырезаются», обособливаются от них только интересующие нас их компоненты. Но возможно ли это?

Нет, это невозможно. Очень важно понять это, как и то, почему невозможно. Во-первых, было отмечено выше, самостоятельной части реальности быть не может, реальность неделима: попробуй мы реально что-то выделить и отделить от реальности (если бы это вообще было возможно) – и она станет уже иной реальностью. А во-вторых...

Во-вторых, дело ведь обстоит иначе: «вытяжку» из реальности мы производим мысленно, а на самом деле материально ничего не расчлняем. Эта «вытяжка», «выборка» может существовать лишь в представлениях одного человека, то есть быть личной мысленной схемой – поскольку объективная (подлинная) реальность материальна и едина, вообще «изымать» из нее какие-то части, а тем более произвольно, ориентируясь на субъективные факторы, можно только мысленно, в своих представлениях, в воображаемых схемах. Компоненты действительной реальности и связи между ними могут быть известны нам в лучшем случае лишь частично, а смысловые связи, поскольку они имеют лично-ценностную и целевую природу, в реальности отсутствуют вообще – они существуют только в наших представлениях, оценках, связаны с нашей прожитой жизнью, нашими особенностями и потребностями.

Истинная (действительная) реальность одна, но ее разные отображения нашим сознанием, мысленные модели также называют реальностью, но с добавлением прилагательного (табл. 8.1). Соответственно можно классифицировать и ситуации: объективная, согласованная, наблюдаемая, планируемая, конструируемая, проектируемая, индуцированная. Такая классификация иногда целесообразна.

Ситуация – не часть реальности. Мы все время мысленно моделируем реальность, но не всю реальность, а как бы «выдергивая» из восприятия целостной реальности какие-то компоненты, некоторую мысленную «вытяжку» из реальности, и формируем из них ту системную модель, которая, по нашему мнению, более или менее адекватно и векторно (то есть определенным образом направленно в соответствии с тем, каковы наши нужды и намерения) представляет эту реальность. Хорошо сформированная модель реальности должна позволить эффективно ориентироваться в ней.

Таблица 8.1

Обозначения и содержание видов реальности

Обозначения	Смысл, содержание понятий
Истинная (действительная, объективная) реальность	Материальная реальность, окружающий нас физический мир. То, что существует на самом деле во всей полноте. Эта реальность неисчерпаема. Очень многое в ней нашему познанию и пониманию недоступно на сегодняшний день (на современном уровне науки) и вообще в принципе (в силу природы человека). Истинная реальность все время в движении, она меняется, и опять-таки далеко не всё в этих изменениях нами познается. Истинная реальность может быть только сиюминутной, мгновенной. Через мгновение она уже другая.
Согласованная реальность	Гипотетическое текущее представление об истинной реальности, которое можно сформировать на основе всех сегодня существующих человеческих знаний и возможностей. Это мысленная схема истинной реальности, в доступной мере отражающая реальность. Согласованная реальность вынужденно «запаздывает», отражает уже некоторое прошлое истинной реальности.
Наблюдаемая (субъективная) реальность	То отражение реальности, которое формируется у отдельного человека в меру его компетентности, психического состояния, установки. Это очень субъективная (в частности — в высокой степени <i>позиционная</i>) мысленная схема истинной реальности. Поэтому у разных людей, одновременно и в одном месте находящихся в истинной реальности (то есть в одной и той же реальности), формируется порой совсем различная, иногда очень мало сходная наблюдаемая реальность. Но именно на базе субъективной реальности формируется <i>ситуация</i> .
Планируемая (ожидаемая) реальность	Мысленная схема той реальности, которая, по мнению субъекта, должна сложиться в намеченное время. При этом учитываются мысленно определяемые тенденции развития реальности, а также активность самого субъекта и других позиционеров (участников процесса).
Конструируемая реальность	Мысленная схема реальности, в некоторых целях формируемая в представлениях, воображаемая субъектом.
Проектируемая (желаемая) реальность	Мысленная схема той истинной реальности, на формирование которой рассчитывает субъект в результате как ее естественного развития, так и направленного вмешательства субъекта и других позиционеров.
Индукцированная реальность	Та схема истинной реальности, которая внушена субъекту другим лицом или информационным источником.

Между тем связи между компонентами ситуации именно смысловые и имеют четкую ценностную, личностную окраску, *их вообще нет в природе, они существуют лишь в нашем сознании*. Именно эти усматриваемые субъектом смысловые связи составляют ядро ситуации, ее сущность, оцениваемую и служащую руководством в осуществлении активности (в том числе двигательной активности). Мысленно переделывая реальность, мы ведь *ничего в ней не меняем* – по крайней мере во внешней реальности, внешних условиях; во внутренних условиях все же кое-что (особенно в психическом состоянии) может измениться. Мы просто у себя «в голове» строим совсем особую *мысленную реальность*, некоторый идеальный мир, лишь в какой-то мере объективно и субъективно *отображающий* мир реальный, создаем *мысленную схему реальности*, стараясь, чтобы она как можно лучше отражала текущее состояние этой реальности и менялась синхронно и соответственно изменениям реальности. Но...

Но «...если бы форма проявления и сущность вещей непосредственно совпадали, всякая наука была бы излишня» (К. Маркс). Ситуация в существенной мере субъективна, в частности, и потому, что мы практически всегда в той или иной степени неверно (ведь многие, порой очень существенные факторы ускользают от нашего восприятия, некоторые просто не могут быть нами восприняты) «перешифровываем» наблюдаемые проявления (форму) явлений и процессов – в представлении об их сущности.

Ситуация – *вовсе не подлинная реальность, не какая-то ее часть, не внешние и/или внутренние реальные условия*. Ситуация не вещественна, не материальна, существует лишь как специфическое многоступенчатое *отображение* подлинной реальности, как производное от восприятий, образов, впечатлений, оценок, то есть от *субъективных отображений* внешних факторов и от личностных особенностей. Ситуация – мысленная модель конкретной подлинной реальности, но сформированная не прямым ее моделированием, а через посредство предварительного формирования субъективной мысленной схемы подлинной реальности (*воспринимаемой реальности*) и моделированием уже на основе этой схемы. В этом смысле ситуация – это *схема 2-го порядка, «схема схемы»*. Причем, что принципиально важно, *ситуация – это модель реальности, ориентированная на решение конкретной задачи* и потому содержащая *то и только то, учет чего может оказаться существенным для ее решения*.

8.3.2. Виды ситуации

Как любая модель, ситуация в большей или меньшей мере жестко ориентирована на осуществление намеченного фрагмента активности определенного иерархического уровня. План этого фрагмента и ситуация могут влиять друг на друга и друг друга уточнять (в той или иной степени). В частности, известно, что восприятия зависят от установки человека и намеченного им пути реализации цели.

Модель динамичной, быстроменяющейся «сиюсекундной», «мгновенной» реальности логично называть *оперативной ситуацией*.

Ситуация-модель текущей (относительно устойчивой в рассматриваемое время) реальности – это *текущая ситуация*.

Можно вспомнить и «реставрировать» ранее сформированную субъектом модель прошедшей реальности – тогда говорят о *ситуации, которая была в прошлом*, или о *ретроспективной ситуации*.

Если экстраполировать «развитие ситуации», опираясь на действительное или предполагаемое знание процессов, протекающих в реальности, предвидеть ее изменения и соответственно изменения в ситуации как модели реальности, логично говорить о *прогнозируемой (проспективной) ситуации*.

Наконец, можно вообразить некоторую схему несуществующей (пусть даже фантастической) реальности и смоделировать ее – это *воображаемая ситуация*. Ситуация, как и воспринимаемая реальность – это разновидности *субъективной реальности*, это явления сознания, то есть некоторый идеальный, а не реальный мир.

8.3.3. Дуализм активности

«Только со смертью догмы начинается наука» (Г. Галилей). Вопреки распространенным вульгарно-материалистическим представлениям здесь приняты в качестве онтологической (основополагающей) базы концепции материалистического (см. п.1) и деятельностного (см. п.2) дуализма⁵.

⁵ Такой подход неявно принимали и С. Л. Рубинштейн, А. Н. Леонтьев и другие. «Как специально подчеркивал А.Н. Леонтьев, он понимает предмет не как «вещь», сам по себе существующий объект природы, а как «то, на что направлен акт...», т. е. как нечто, к чему относится живое существо, как *предмет его деятельности* – безразлично, деятельности внешней или внутренней». И далее, в более поздней работе продолжает: «...предмет выступает двояко: первично – в своем независимом существовании, как подчиняющий себе и преобразующий

1. Материальное первично – идеальное вторично, производно от материального, но и влияет на материальное. Материальное не только непосредственно, но и опосредствованно через идеальное и зависящую от него функцию изменяет материальное, а идеальное не только непосредственно, но и через материальное изменяет идеальное. Материальное и идеальное в этом аспекте – единство противоположностей. Как поверхность ленты Мёбиуса: двигаясь по ней вдоль ленты в одном направлении, все время переходишь с вроде бы внешней стороны кольца на внутреннюю, с внутренней снова на внешнюю и т. д. У ленты как бы 2 поверхности – и в то же время как бы одна (это односторонняя поверхность).

2. Мы проявляем активность, т. е. действуем в реальном, материальном мире, но руководствуемся при этом *не им*, а *своими субъективными представлениями о нем*. В этом состоит дуализм – двойственность, как бы «двуслойность» нашей активности. В управлении ею мы опираемся не на реальное, а на идеальное, совсем не обязательно адекватно отражающее это реальное, подлинную реальность, материальный мир. Хотя обычно мы и стараемся по возможности правильно отражать существенные для нас компоненты подлинной реальности, но далеко не всегда и не во всем это нам удается, а иной раз мы сознательно искажаем реальность, «поправляя» и «додумывая» ее, часто «видим» то, чего нет, но что ожидаем увидеть.

Материальные объекты, явления, процессы, конечно, существуют и объективно влияют на нас, но *в нашем сознании существуют ведь не они сами по себе, а представления о них*. Более того, каждый из них, имея значения всегда, приобретает *личностные значения и значимость* (смысл) лишь в том случае, если эти объекты, явления, процессы влияют на решение задачи уже решаемой или которую предстоит решать. Мы ведь всегда мало что знаем о реальности: частично она еще не познана из-за недостаточности знаний человечества, час-

деятельность субъекта, вторично – как образ предмета, как продукт психического отражения его свойства, которое осуществляется в результате деятельности субъекта и иначе осуществиться не может» [1]. «В деятельности и происходит переход объекта в его субъективную форму, в образ; вместе с тем в деятельности совершается также переход деятельности в ее объективные результаты, в ее продукты. Взятая с этой стороны, деятельность выступает как процесс, в котором осуществляются взаимопереходы между полюсами «субъект–объект» [2].

тично хоть и познаваема с использованием всех имеющихся у человека знаний и инструментов, однако не познана нами из-за недостаточности наших индивидуальных знаний и средств «добывания» информации. Мы вынуждены довольствоваться только *доступной нам* информацией о реальности и на этой основе создаем ее мысленную схему – назовем ее «*воспринимаемой реальностью*».

Конечно, согласованная реальность – более высокого «качества» (более адекватная истинной реальности), чем воспринимаемая, и более полная схема реальности. Поэтому в большинстве случаев мы стараемся, чтобы наша воспринимаемая реальность возможно меньше отличалась от согласованной, была как можно ближе к ней по содержанию и структуре. Но помимо ограниченности наших возможностей в получении нужной информации об истинной реальности, на формировании ее *схемы* (то есть воспринимаемой реальности) и *целевой модели* (ситуации) отражаются наши личностные свойства, *вместо значений выступают смыслы (личностные значения)*, происходит обращение на себя *осмысление наблюдаемой реальности*. Человек формирует ситуацию на основе воспринимаемой реальности, а она развивается, изменяется. Обычно сосуществуют несколько ситуаций одного или разного иерархического уровня. Одни из них «живут» дольше, жизнь других короче, некоторые формируются одновременно (по разным поводам), чаще же в разное время⁶.

Мы рассматриваем спортивную двигательную ситуацию, но все принципиальные моменты равно относятся к ситуациям вообще.

Двигательной предлагается называть ситуацию, ориентированную на решение *двигательной задачи*, т. е. задачи, непосредственная и основная цель которой состоит в направленном изменении исходной для этой задачи двигательной ситуации. Человек, решая двигательную задачу, планирует, программирует и старается двигательно решить ее в соответствии с той ситуацией (моделью реальности), которую он сформировал, имея в виду *именно эту* двигательную задачу.

⁶ Все сказанное выше, снимая одни проблемы, в то же время открывает другие. Но «не следует ожидать, что проблемы исчезнут от того, что мы не будем говорить о них» (Д.А. Волкогонов). В конце концов, «задача науки заключается в том, чтобы видимое, лишь выступающее в явлении движение свести к действительному внутреннему движению» (К.Маркс).

8.3.4. Состав спортивной двигательной ситуации

Что должно входить в спортивную двигательную ситуацию как целевую модель реальности? Естественно, только то, что может оказаться существенным для формирования соответствующей спортивной двигательной задачи (СДЗ) и для ее решения – остальное лишнее, остальное лишь мешает, отвлекая. Заметим: ситуация – весьма динамичная модель, живо реагирующая на изменение *восприятий и оценок* внешних и внутренних условий, оперативно перестраиваемая, и потому она одновременно зависит от процесса формирования СДЗ и сама влияет на него. Такие двусторонние и двуединые процессы вообще характерны для человеческой активности.

На рис. 8.2 упрощенно показаны компоненты спортивной двигательной ситуации (СДС) и основные отношения между ними. Конечно, простой схемой нельзя даже очень приблизительно отобразить сложную систему, в данном случае передать сложность психологической структуры рассматриваемых процессов, речь лишь о наиболее существенном. Рассмотрим блоки в порядке их нумерации на схеме.



Рис. 8.2. Блок-схема спортивной двигательной ситуации (СДС): СС – субъект ситуации; СДЗ – спортивная двигательная задача; ПС – позиционеры ситуации; ДА – двигательная активность

Блок 1 – под внутренней средой подразумевается текущее и оперативное состояние опорно-двигательного аппарата, других органов и систем организма, психики. Причем в первую очередь речь об отклонениях состояния от того, которое нормативно для данного субъекта ситуации.

Блок 2 – материальная среда, включающая в себя и прямо значимые для осуществления намеченной двигательной активности нежи-

вые объекты, и всех людей и животных, так или иначе участвующих в совместной двигательной активности либо как-то иначе существенно с ней связанных (*позиционеров ситуации*), в том числе и самого субъекта ситуации; но живые объекты рассматриваются здесь только как источники или объекты механических воздействий (то есть исключая их психику).

Блок 3 – под *мотивационным комплексом* подразумевается системная совокупность: а) *мотивации* как долговременного, в своей основе надситуационного (инвариантного к особенностям момента), отражающего долговременные, трансситуативные (надситуативные) потребности и квазипотребности⁷ (К. Левин) базового побуждения к деятельности как трансситуативной долговременной направленной активности субъекта (нелишне особо отметить, что мотивация содержит и ситуативные, т. е. зависящие от особенностей момента, компоненты – меняющиеся в соответствии с ситуацией и реакцией на нее – конкретизирующие связь мотивации с меняющейся реальностью); б) *общей деятельностной установки* как базовой для мышления и поведения субъекта в ходе осуществления конкретной деятельности; в) *мотивов* как побуждений к формированию и решению конкретных задач (двигательных, недвигательных); мотивы формируются на основе мотивации и кратковременных потребностей и квазипотребностей; г) *ситуативной установки*, очень динамичной, непрерывно согласующейся с меняющейся ситуацией. Формируясь под сильным влиянием этого блока, ситуация в своей динамике в свою очередь влияет на его компоненты.

Блоки 4 и 5 – формирование и решение субъектом СДЗ зависят от сформированной им ситуации и в то же время сами влияют на ее формирование – влияние обоюдно: формирование и решение СДЗ ориентировано на ситуацию, теснейшим образом связано с ней, поскольку решение СДЗ протекает в реальности, этой ситуацией моделируемой, а ситуация формируется субъектом на основе предвидения решения именно этой конкретной СДЗ.

Блок 6 – представление субъекта о состоянии и намерениях других позиционеров этой ситуации (см. следующий подраздел).

⁷ Квазипотребности – это потребности, социально-психологически преобразованные в отличие от естественных потребностей. Например, потребность в защите от холода преобразуется в потребность в одежде, тем более – в красивой одежде.

8.3.5. Учет намерений других позиционеров ситуации

Субъект должен стараться адекватно представить себе, как воспринимают происходящее остальные позиционеры деятельности, какую информацию они из него извлекают: это позволяет лучше угадать, какую каждый из них сформирует ситуацию и СДЗ. Чтобы адекватно это сделать, хорошо играть свою позиционную роль, субъект должен «угадать»: а) каковы ситуация каждого позиционера, ее особенности и динамика – это влияет на поведение субъекта; б) каковы задачи, формируемые каждым позиционером – субъект должен *отрефлексировать* задачи других позиционеров; в) как каждый позиционер будет решать свою СДЗ, то есть отрефлексировать вероятный план ее решения позиционером.

Иными словами, субъект должен сформировать и решить *рефлексивные квазидвигательные задачи* (далее РКДЗ) тех своих партнеров и противников, взаимодействие с которыми в данной ситуации достаточно вероятно, иначе как формировать и решать свою задачу? РКДЗ *позиционированы*, постольку они формируются субъектом *за позиционеров* именно такими, какими, по мнению субъекта рассматриваемой ситуации, они формируются самими позиционерами. Они лишь рефлексивно (потому и *рефлексивные*) отражены субъектом. *Квазидвигательные* они потому, что субъект рефлексивно, в своем воображении формирует их, за позиционеров как бы от имени, и «в уме» решает эти задачи опять-таки *за них, как бы «влезая в их шкуру»* (чтобы хотя бы вероятностно предвидеть поведение позиционеров, без чего субъекту непонятно, *как ему решать свою СДЗ*), решает СДЗ позиционеров *за них* мысленно, а вовсе не реально, не двигательно. Причем большую роль играет предшествующий опыт вообще и опыт встреч с данными позиционерами в частности.

Другая сторона вопроса: каждый из позиционеров формирует РКДЗ относительно остальных позиционеров, а также схемы их вероятного решения, в том числе относительно субъекта рассматриваемой ситуации [6]. Субъект ситуации старается эти РКДЗ и схемы их решения тоже отрефлексировать («рефлексия рефлексии»). Помимо противников и партнеров имеются и другие позиционеры (активные или даже пассивные участники коллективной деятельности), непосредственно не задействованные в сиюминутной коллективной двигательной активности, но мнение которых отнюдь не безразлично субъекту ситуации и потому включаемое в его ситуацию. Эти позиционеры: тренер, судьи, зрители.

Они формируют соответственно тренерскую и судейскую над-субъектные и парасубъектную РКДЗ. На рис 8.3. показана система позиционных рефлексивных квазидвигательных задач (ПРКДЗ). Поясим основные блоки схемы (в порядке нумерации).

1) Субъект СДЗ должен ее осмыслить в контексте того фрагмента деятельности, в рамках которого задача формируется и решается. Для этого он строит свернутые смысловые схемы этой СДЗ и ее решения, избавленные от малосущественных подробностей и акцентированные на их основном содержании и связи с другими задачами и их решениями. Без такой рефлексии СДЗ не может решаться сознательно и быть включенной в деятельность.

2) Зритель и любой наблюдатель за действиями спортсмена ничего не поймет в происходящем, если не сумеет представить себе хотя бы в общих чертах и по существу решаемую спортсменом СДЗ, реализуемый им план ее решения, и в то же время – план ее решения, целесообразный с точки зрения этого наблюдателя: знание плана решения СДЗ, реализуемого спортсменом, помогает лучше увидеть происходящее, позволяя заранее предугадать его действия, а сравнение осуществляемого спортсменом решения СДЗ со своим (зрительским) планом позволяет производить оценки.



Рис. 8.3. Позиционные рефлексивные квазидвигательные задачи (ПРКДЗ)

3) Тренер и судьи должны оценивать действия спортсмена, и эти оценки для последнего важны, учитываются им в последующем – тренер и судья как бы стоят над спортсменом-субъектом СДЗ и ее решения. Но единственный способ выработать оценку – сравнить оторефлексированную оценщиком СДЗ спортсмена, его план ее решения и самого решения с тем планом решения РКДЗ, который оценщик сформировал «за спортсмена» и считает правильным.

4) Партнеры и противники спортсмена не могут действовать, не представляя себе хотя бы предположительно и приблизительно его СДЗ и план ее решения.

Спортсмен старается понять, насколько хорошо его СДЗ оторефлексирована тренером, судьями, партнерами и противниками. Часто

ему небезразличны также и зрительские оценки. Поэтому представление спортсмена о ПРКДЗ, упомянутых в схеме 8.2, тоже входят как некоторые компоненты той или иной значимости в состав его ситуации, во многом ее определяя: в планировании кооперативной или конкурентной спортивной активности, даже в определении ее конкретных целей главное то, что этот спортсмен делает и собирается делать и что делают, собираются делать и думают о кооперативной и конкурентной активности партнеры и противники, а все остальное – только условие при этом. Спортсмен опирается на свой опыт, на знание самого себя и своих партнеров и противников.

На оценках сказываются психологическая установка, указания тренера, эмоциональное состояние спортсмена, степень рискованности того или иного решения и, конечно, другие компоненты формируемой ситуации, так или иначе логически связанные с этими оценками. Само собой разумеется, ошибки в позиционной рефлексии как самих двигательных задач партнеров и противников, так и планирования решений этих задач «обходятся дорого», резко снижая эффективность усилий. К этой стороне спортивной активности необходимо относиться с полной серьезностью, ответственно, что и должно найти адекватное отражение в процессе спортивной подготовки.

Изложенное в настоящей главе содержание понятия «спортивная двигательная ситуация» нетрадиционно и потому может вызвать серьезные трудности в восприятии и осмыслении. Тема эта заслуживает самого серьезного всестороннего содержательного обсуждения. Не освоив этот материал, нельзя освоить изложенный в последующих главах. Понятие «спортивная двигательная ситуация» является ключевым для осмысления понятий «спортивная двигательная задача (СДЗ)» и «решение СДЗ» (см. следующую главу). А это, в свою очередь, ключевое понятие для анализа спортивной двигательной активности. Поэтому тема «Спортивная ситуация» включена учебник.

8.4. Программность СДА

Любая целенаправленная активность, в том числе двигательная, осуществима только по плану и программе. Без них активность хаотична. Мнение о том, что активность программируема, существует давно, в том числе применительно к двигательной активности оно содержится и предлагается как утверждение уже в работах Н. А. Бернштейна и П. К. Анохина. Однако о содержании двигательной программы обычно судить не пытаются, хотя это важно для понимания,

анализа и оценивания двигательной активности. Поэтому нужно уделить данному вопросу некоторое внимание, рассмотрев основные необходимые компоненты и их функции.

Еще Н. А. Бернштейн утверждал, что мы стараемся выполнять системы движений в соответствии с определенной двигательной программой, но все время по разным причинам в реальной активности отклоняемся от ее «предписаний», что заставляет все время вносить коррекции в соответствии с другой программой – программой двигательных регуляций. Следует пойти дальше в направлении анализа двигательных программ, причем целесообразно иметь в виду СДЗ.

Двигательную программу, которую спортсмен старается реализовать с учетом ситуации, то есть актуализовать, логично назвать актуализационной. Она должна содержать часть, определяющую кинематические характеристики выполняемой системы движений (кинематическая программа), часть, определяющую силу, развиваемую в телодвижениях (динамическая программа), и часть, в которой первые две перекодированы в программу нервной импульсации мышц, обеспечивающую выполнение кинематической и динамической программ (кодированная программа).

Выполнять телодвижения и тем более точно в соответствии с актуализационной двигательной программой, как показал еще Н. А. Бернштейн, невозможно (вспомним его «повторение без повторения»). Перечислим основные причины этого.

1. Механизм реализации актуализационной двигательной программы сложен, в большинстве случаев очень сложен, работа его субстратных элементов (нервных и по некоторым версиям глиальных клеток) в существенной мере стохастична, то есть в какой-то степени неопределенна, случайно вариативна. Следовательно, каждый раз двигательный результат будет другим.

2. Неизбежны просчеты в определении нужных («задаваемых программой») параметров телодвижений и движений.

3. Внешние условия и исходное положение тела спортсмена при выполнении двигательного задания каждый раз сколько-то (иногда весьма) различны, что ведет к выходу из русла программы и, значит, к дальнейшей кумуляции отклонений.

4. Нет однозначного соответствия между развиваемыми усилиями как психическими процессами и импульсацией мышц как их результатом, между импульсацией мышц и их напряжением как ее результатом, между напряжением мышц и телодвижениями как его результатом, между телодвижениями и движениями как их результатом, то есть в конечном счете между усилиями и движениями.

Поэтому необходима *программа регуляций*, обеспечивающая уменьшение, ликвидацию и компенсацию случившихся неизбежных отклонений от нужного хода выполнения двигательного задания. И такая программа, разумеется, есть. Регуляции осуществляются: 1) «по ошибке», или «по рассогласованию» («сенсорные коррекции» по Н.А. Бернштейну); 2) по тенденциям отклонений; 3) по опыту (руководствуясь знаниями, сформировавшимися в опыте, о том, каких ждать вероятных двигательных отклонений). Но чтобы преодолеть отклонения, нужно, во-первых, получить о них достоверную информацию, что обеспечивается афферентацией обратной связи. Это можно осуществить только сравнением информации (восприятий и образов) о ходе и результатах реального выполнения двигательного задания с представлениями о тех восприятиях и образах, которые *должны* формироваться при хорошем выполнении (это *программа должных восприятий и образов*, или *афферентная программа* [4, 6]). Это сравнение (сличение), как предположил Н. А. Бернштейн, осуществляется в специальном «механизме сличения», откуда и поступают сигналы об отклонениях. Во-вторых, в программе должны быть компоненты, обеспечивающие применение к отклонениям оценочных критериев и шкал, а также формирование адекватных (по содержанию и параметрам) реакций на эти отклонения.

Но такой программы недостаточно для того, чтобы обеспечить выполнение двигательного задания в случае значительных двигательных отклонений или внезапного значительного изменения параметров ситуации. Нужна включающая в себя и программу регуляций полноценная программа управления, которая обеспечивала бы по мере необходимости изменения в актуализационной двигательной программе или даже смену ее другой, в частности, если грозит травма, на программу «самоспасения». Такую программу, стоящую над актуализационной и осуществляющую управление ею с учетом изменений не только двигательной, но и общей ситуации, было предложено [4] называть *двигательной метапрограммой*. Она может содержать также «заготовки»: проекты верных разрешений самых разных ситуаций, запасные (в случае неудачного разворачивания СДА) планы решения задач и др.

В метапрограмме нужно различать: 1) ее *оперативную* часть, реализуемую в процессе решения СДЗ, 2) *отставленную* часть, реализуемую по завершении двигательной части решения СДЗ. Оперативная часть обеспечивает борьбу с двигательными отклонениями, включающую в себя оценивание хода решения СДЗ и отклонений (с позиций ее решения), необходимые коррекции, если нужно – коррекции программы или даже плана решения СДЗ, а также отмену реше-

ния СДЗ либо срочную замену решаемой СДЗ другой. Отставленная часть обеспечивает оценивание хода и результатов решения СДЗ и акцепцию (утверждение) решения СДЗ либо определение, что она не решена. Это необходимо для продолжения активности, а также для накопления и осмысления спортивного двигательного опыта.

Актуализация двигательных актуализационной программы и метапрограммы не может осуществляться без надежной обратной связи, то есть без афферентной информации о ходе и результатах компонентов СДА всех иерархических уровней. Умение в нужном объеме и составе, а также своевременно получать правильную информацию о ходе и результатах СДА — одно из важнейших качеств, формируемых в процессе физического воспитания или спортивной тренировки. Важно уметь получать правильную информацию при любых внешних и внутренних условиях.

Основные понятия

Актуализационная двигательная программа	Иерархичность СДА	Программность СДА
Актуализация двигательной программы	Инвариативность	Простая СДЗ
Афферентация активная и пассивная	Информация обратной связи	Психологическая установка
Афферентная информация	Категории СДА	Реальность и ее виды
Афферентная программа	Константность восприятий и образов	Рефлекс
Взаимосодействие	Модальность афферентной информации	Рефлексивные квазидвигательные задачи
Восприятия	Мотивационный комплекс	Рефлексия
Двигательная метапрограмма	Образы	Ситуация и ее виды
Двигательная программа	Обратная связь	Сложная СДЗ
Дуализм активности	Организменная реакция	Спортивная двигательная активность
Значение и смысл	Ощущения	Спортивная ситуация
Иерархическая структура СДА	Позиционеры ситуации	Функциональная система
	Программа должных восприятий и образов	Цель
	Программа регуляций	

Контрольные вопросы

1. В чем заключается дуализм активности? СДА?
2. В чем отличие СДА от бытовой и неспортивной профессиональной двигательной активности и что между ними общее?
3. Какова иерархия структуры СДА? Каково определение спортивного двигательного действия (СДД)? Каково общее содержание формирования и решения спортивной двигательной задачи (СДЗ)?

4. В чем различие субъективных видов реальности? В чем принципиальные причины их отличия от объективной реальности?

5. Что такое ситуация? Спортивная ситуация? Спортивная двигательная ситуация?

6. Какова связь между ситуацией и решаемой задачей? Приведите примеры применительно к спортивным двигательным задачам.

7. Почему виды ситуации соответствуют видам реальности?

8. Почему нужно рефлексировать целевые (относящиеся к взаимодействиям) представления спортивных партнеров и противников?

9. Каковы доводы против существующего понятия «рефлекс»?

10. Какова роль афферентации в СДА?

11. Что такое и для чего нужна обратная связь?

12. Зачем нужна активная афферентация?

13. Что такое программа должных восприятий и образов (афферентная программа) и для чего она нужна?

14. Каковы 3 вида коррекций двигательных отклонений? Что такое функциональная система (по П. К. Анохину)?

15. Какова схема организменной реакции, основанная на взаимодействии рефлекса и функциональной системы?

16. Что такое актуализационная двигательная программа, каковы ее компонентный состав и функции?

17. Что такое двигательная метапрограмма, каковы ее компоненты и функции (ее оперативной и отставленной частей)?

Рекомендуемая литература

1. Анохин, П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. – М. : Медицина, 1973.

2. Асмолов, А. Г. Основные принципы психологической теории деятельности // А. Н. Леонтьев и современная психология / А. Г. Асмолов. – М. : МГУ, 1983. – 119 с.

3. Леонтьев, А. Н. Деятельность. Сознание. Личность // Избранные психологические произведения / А. Н. Леонтьев. – М. : Педагогика, 1983. – Т. II. – 141 с.

4. Коренберг, В. Б. Надежность исполнения в гимнастике / В. Б. Коренберг. – М. : Физкультура и спорт, 1970.

5. Коренберг, В. Б. Решение задачи, умение, навык / В. Б. Коренберг // Вopr. психологии, 1993. – №2. – С. 80–85.

6. Коренберг, В. Б. Основы спортивной кинезиологии / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2005.

Глава 9. СПОРТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ И ИХ РЕШЕНИЕ

9.1. Спортивное двигательное действие (СДД)

В анализе СДА анализ СДД играет немалую роль. По мере необходимости анализу подвергаются техническая, функциональная, психологическая и педагогическая стороны осуществления этого фрагмента двигательной активности. Напомним определение.

СДД – самый по уровню *высокий* из фрагментов (компонентов) СДА, который *в процессе его осуществления еще воспринимается субъектом как неделимая целостность* (не во время осуществления – до или после – мысленное представление об этом действии может быть разделено на части: для анализа, из психологических или педагогических соображений).

Чтобы аналитически рассмотреть любую из упомянутых в самом начале главы сторон СДД, в большинстве случаев приходится обращаться к его составу: составляющим его субдействиям (рис. 9.1).

Деление на *этапные* субдействия (рис. 91, б) позволяет понять основное целевое назначение субдействий, это деление общепринято [1].

Деление на *управляющие* субдействия [1] целесообразно для анализа упражнений в некоторых видах спорта. Его предложил со ссылкой на Г. В. Коренева В. Т. Назаров, однако он говорил об управляющих движениях (имея в виду, в отличие от Г. В. Коренева, телодвижения), различая только *главные* (их система обеспечивает выполнение двигательного действия по меньшей мере «вчерне») и *корректирующие* (компенсирующие отклонения и их негативные последствия). Логично было добавить *вспомогательные* субдействия, позволяющие облегчить и (или) улучшить выполнение. Конечно, в педагогическом, а не в чисто биомеханическом плане следует рассматривать субдействия, а не только входящие в их состав телодвижения.

Смысл деления на *механоориентированные* субдействия в том, что основной механизм каждого опирается на определенную закономерность биомеханики, и потому такое деление удобно для проведения биомеханического анализа.

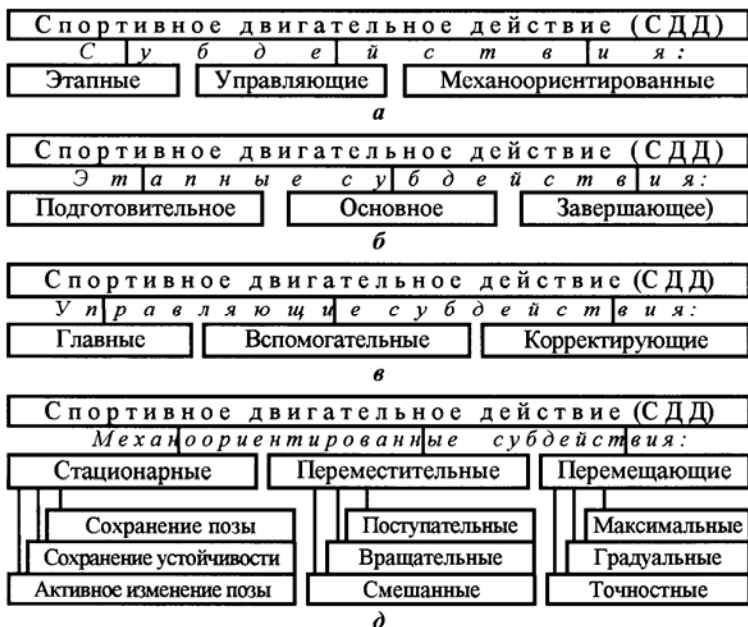


Рис. 9.1. Членение состава СДД на субдействия: *а* – разные способы деления, *б* – на этапные субдействия, *в* – на управляющие субдействия, *г* – на механоориентированные субдействия

Нередко нужно разобраться и с его структурой: схемой («законом») взаимосвязей элементов системы, которую в самых общих чертах ориентировочно можно представить рис. 9.2.

На рис. 9.2 условно термином «энергетическая» обозначены структуры как системы напряжений мышц, так и систем скоростей и мощностей телодвижений, а термин «управленческая» относится к информационным структурам, обеспечивающим управление системой телодвижений и движений, которыми осуществляется СДД.

Текст в каждом блоке этой схемы вряд ли нуждается в комментариях, тем более, что схема не технологическая, а примерная. Для анализа выбирается интересующая нас подструктура.

Спортивные двигательные действия (СДД) подбираются человеком в ходе решения спортивной двигательной задачи (СДЗ) с целью лучшего его осуществления, они (СДД) представляют собой моторную сторону решения СДЗ. Каждое СДД имеет свои базовые компо-

ненты актуализационной двигательной программы и программы двигательных регуляций (они инвариантны, то есть неизменны, служат программным «скелетом»), каждый раз адаптивно модифицируемые в соответствии с конкретной двигательной ситуацией и требованиями к характеру и содержанию решения конкретной СДЗ.



Рис. 9.2. Деление структуры СДД на подструктуры. Два разных подхода к ее анализу показаны в верхней и нижней частях схемы

9.2. Спортивные двигательные задачи (СДЗ)

Часто под задачей понимают цель, некоторую частную цель, цель в определенных конкретных условиях, требование. Такая неоднозначность неоправдана и вредна. Поскольку решение задачи – ключевая категория в иерархии активности, а СДЗ – в иерархии спортивной двигательной активности, необходимо четко определить понятия задача и СДЗ.

Задача – компонент состояния⁸ психики, содержание которого составляет временно (до решения задачи и частично в его ходе) фиксированный комплекс представлений (рис. 9.3). Коль речь об активности и связанных с ней психических процессах, задачу нельзя выполнять, осуществлять, реализовать – это не требование, не задание, не схема или идея, не план. *Задачу можно только решать.*



Рис. 9.3

Исходная ситуация решения СДЗ включает в себя несколько блоков представлений: 1) о внешней материальной среде (применительно к предстоящему решению СДЗ), 2) о существенных для решения СДЗ и не зависящих от субъекта решения СДЗ факторах внешней среды, которые могут влиять на ход и результаты решения СДЗ, 3) о средствах для решения СДЗ, которые субъект сможет использовать в процессе решения СДЗ, 4) об ограничениях в использовании этих средств для решения СДЗ, которые субъект принимает как правила, 5) о личной значимости для него качества и характеристик решения СДЗ. При осуществлении коллективной активности еще и 6) о ситуациях и намерениях партнеров и противников.

Комплекс «формирование простой СДЗ и ее решение» – это двигательная единица спортивной деятельности, то есть такой ее наименьший фрагмент, который носит все атрибутивные признаки (черты) этой деятельности. В свое время Н. А. Бернштейн сказал: «Человек в норме никогда не выполняет просто движения, но всегда двигательные действия». Следует развить и уточнить это важнейшее положение: «Человек в норме (то есть при нормальном сознании) никогда не выполняет просто движения, никогда не про-

⁸ Под состоянием психики здесь подразумевается не уровень ее здоровья, тонуса, настроения, а состав, структура и содержание психических процессов.

сто осуществляет двигательные действия, но всегда формирует и решает двигательные задачи». Поэтому подход к двигательной активности как к психомоторному деятельностному процессу требует особо внимательного отношения и ясного понимания содержания понятия СДЗ.

СДЗ – это психологическая категория, сущность которой – система из 3 широких модельных представлений, мысленных моделей реальности: 1) исходная ситуация решения СДЗ, 2) конечная (заключительная, заключающая) ситуация решения СДЗ, 3) мысленная модель способа и должных характеристик преобразования исходной ситуации решения СДЗ в конечную (пункты 2 и 3 вместе – это цель СДЗ).

Заметим: в блок «Мотивационный комплекс СС (субъекта ситуации)» входит, в частности, представление о личной значимости должного (то есть желаемого, ожидаемого) качества и определенных особенностей процесса и результатов решения СДЗ. Состав *конечной* ситуации решения задачи принципиально иной, чем в исходной⁹.

Во-первых, в конечную ситуацию входит мысленная модель *должного*, то есть желаемого к завершению решения СДЗ, расположения в пространстве одушевленных (включая себя) и неодушевленных материальных объектов, а также взаимное расположение наиболее значимых для дальнейшей активности. Во-вторых, *смысловая* модель: модель должного (желаемого) целевого деятельностно содержательного функционального соотношения существенных для этого объектов, включая свое функциональное состояние. В-третьих, представление о личной (для субъекта) значимости качества и особенностей результата решения СДЗ (при коллективной активности – включая личную значимость для субъекта лично-значимостных оценок решения СДЗ другими позиционерами активности) (рис. 9.4).

В отношении модели должного способа и характеристик преобразования исходной ситуации решения СДЗ в конечную следует заметить: этот компонент представлен не во всех СДЗ но в некоторых может быть даже основным. Под «качеством» преобразования понима-

⁹ Исходная ситуация решения СДЗ отображает ту реальность, которая так или иначе сложилось или, по мнению субъекта, должна сложиться к моменту начала двигательного решения, она отражает те факторы, которые могут оказаться существенными для удовлетворительного решения.

ется то, насколько полно и хорошо удалось воплотить задуманный процесс «перевода» исходной ситуации в конечную.



Рис. 9.4. Рефлексия субъектом ситуации решения другим позиционером (объектом рефлексии) своей (позиционера) СДЗ

Формирование СДЗ, адекватных сложившейся реальности и интересам субъекта – очень сложный интеллектуальный процесс, требующий разносторонних знаний и логических возможностей, большого целевого (относящегося к аналогичного вида активности, сходным условиям и потребностям) опыта. Плохо сформированную СДЗ хорошо не решить, а то и вообще не решить. Поэтому анализировать формирование СДЗ целесообразно: так осмысливается опыт и совершенствуется умение формировать в чем-то сходные СДЗ.

Формирование СДЗ – решение некоторой спортивной тактической задачи, которая обуславливает потребность в формировании СДЗ. Условно и упрощенно это отражено блок-схемой на рис. 9.5.



Рис. 9.5. Блок-схема формирования СДЗ. Блоками с тонкими границами и тонкими стрелками показаны используемые для формирования СДЗ факторы, жирными – формируемые СДЗ и ее компоненты

Сложная СДЗ представляет собой системное сильносвязное объединение, внутренне согласованный для общего, совместного решения комплекс простых СДЗ, которые в связи с этим адаптивно друг к другу деформированы, «прилажены», «притерты». Например, волейболист принимает подачу. Для этого он должен формировать 3 простых СДЗ, цели которых: 1) переместиться в нужное для приема мяча место, 2) принять нужную для приема мяча позу (включая нужное положение рук), 3) выполнить оправданную задуманной комбинацией передачу, то есть направить мяч определенному партнеру удобным для него образом. Решение каждой из этих простых СДЗ во многом обусловлено решениями других двух.

9.3. Решение СДЗ

Решение СДЗ можно условно и упрощенно представить как проходящее в 4 этапа, что показано блок-схемой (рис. 9.6). Поясним.



Рис. 9.6. Этапы решения СДЗ. 2 командных решения: содержательное – акцепция плана решения СДЗ, таймерное – о моменте начала СДД. АДП – актуализационная двигательная программа. ДМП – двигательная метапрограмма. СДЗ – спортивная двигательная задача

Блок 1 (1-й этап – планирование решения): а) актуальная установка – психологическая установка на двигательную активность в соответствии с принятым планом решения СДЗ; установка настраивает восприятия субъекта, определяет позицию, с которой он строит свою активность, по мнению Д. Н. Узнадзе, обеспечивает предрешение задачи, то есть настраивает на определенный тип решения (поэтому, например, некоторые установки предопределяют определенные иллюзии); б) всегда формируются несколько вариантов плана, в) один из них акцептируется (принимается) в качестве основного (содержа-

тельное командное решение), г) принимается стартовое (*таймерное*) командное решение, то есть решение о моменте начала двигательной реализации основного варианта плана, то есть начала двигательной части решения СДЗ. Говоря о принятии решений, приходится добавлять прилагательное «командных», так как принятие решений часто путают с решениями СДЗ.

Планирование решения СДЗ состоит в формировании нескольких планов реализации цели, выборе к исполнению одного из них в качестве основного, предназначенного к реализации, и одного или нескольких планов в качестве «запасных». Следует заметить, что мы далеко не всегда осознаем, что формируем не один, а несколько разных планов и что намечаем «запасные» планы. Эти процессы в сознании «свернуты», осознаются они лишь в случае большой значимости решаемых задач.

Блок 2 (2-й этап – программирования решения). Программа – детализированный и алгоритмизированный план. Без него нельзя действовать. Актуализационная двигательная программа, программа выполнения такой системы движений, выполнение которой без отклонений должно привести к желаемому результату, интегрирует, системно объединяет в себе *смысловую схему* и программы *кинематическую* и *динамическую*. В смысловой схеме осмыслены функциональные и причинно-следственные связи поз, телодвижений, движений. По кинематической программе выстраиваются кинематические характеристики системы телодвижений и движений, по динамической программе – силовые характеристики.

Конечно, актуализационная программа не может быть верна в деталях, она должна обеспечить «скелет» нужной системы движений, который как мягкими тканями по ходу движений обрастает деталями. Ошибки программы и в ее реализации требуют двигательных коррекций, призванных ввести систему движений в нужное русло.

«Над» базовой двигательной программой стоит *двигательная метапрограмма*, содержащая оперативную и отставленную части.

Оперативная часть обеспечивает двигательные коррекции по ходу осуществления двигательных действий. Чтобы осуществлять адекватные и эффективные коррекции, спортсмен должен заметить, понять и оценить отклонение от желаемого хода решения СДЗ, а также соразмерить «поправку» с оценкой отклонения. В такой *программе регуляций* должны быть: 1) программа *должных* восприятий и образов («афферентная программа»), 2) критерии сравнения реально восприятий и образов, возникающих по ходу двигательных действий, с син-

хронно «считываемой» афферентной программой, 3) критерии оценивания несовпадений («рассогласований») реальных восприятий и образов с должными, 4) критерии реагирования на эти несовпадения (формирование команд на коррекции), 5) критерии синхроспективного (одновременного с действием) оценивания осуществления двигательных действий, 6) критерии принятия решения о существенном или даже принципиальном изменении программы решения СДЗ, если нельзя вернуть систему движений в задуманное русло, 6) планы «запасных» действий и даже наметки запасных» СДЗ или «самоспасательных» задач в случае опасности (своего рода «заготовки на случай»). В ней обобщен такого рода двигательный опыт спортсмена.

Отставленная часть двигательной метапрограммы должна обеспечить: 1) по завершении решения СДЗ оценивание хода и результатов решения СДЗ, а также отдельных СДД и их соединений и на этой основе 2) акцепцию решения СДЗ или его неприятие. Первое обогащает и уточняет двигательный опыт, второе необходимо для обоснованного продолжения деятельности.

Блок (3-й этап – актуализации актуализационной программы и оперативной части метапрограммы). То, что называют *внешним действием*, осуществляется СДД в соответствии с актуализационной программой и оперативной частью метапрограммы.

Блок 4 (4-й этап – актуализации отставленной части метапрограммы): анализ и оценивание хода и результатов решения СДЗ, а также отдельных СДД, и на этой основе акцептируются решения СДЗ или устанавливается, что СДЗ не решена. Пока это не сделано, мыслительная часть решения СДЗ (как включенные в это решение внутренние действия) продолжается, хотя внешние действия закончены. Недооценивать значение этого этапа решения СДЗ не следует.

Решение сложной СДЗ – системное слитное и двигательно связанное решение простых СДЗ, объединенное направленностью на реализацию цели всего этого комплекса простых СДЗ. Например: теннисист перемещается, чтобы можно было достать мяч (решает простую СДЗ), осуществляет подготовку к удару (решает вторую простую СДЗ), наносит прицельный удар — решает третью простую СДЗ. В системной совокупности эти решения простых СДЗ составляют решение *сложной* СДЗ. То же можно сказать об акробатическом соединении «рондат – фляк – сальто назад» или о комбинированном ходе лыжника, включающем в себя серию простых ходов.

Решение блока СДЗ – например, розыгрыш мяча (в теннисе, в волейболе): осуществляется связанная (но без исполнительской слитности) совокупность решений отдельных сложных СДЗ (приемов-ударов). Еще пример: всё упражнение на гимнастическом снаряде.

Осуществление целостных деятельностно значимых тактических и стратегических фрагментов спортивной двигательной активности (СДА) – объединение СДЗ и (или) блоков СДЗ, связанных не непосредственно двигательным, а тактически или соответственно стратегической направленностью на реализацию деятельностно значимой цели. На примере тенниса – розыгрыш гейма, сета, встречи, проведение игроком турнира. На примере гимнастики или десятиборья в легкой атлетике – выполнение программы многоборья. *Целостный* – поскольку предназначен для того, чтобы полностью реализовать некоторую цель. *Деятельностно значимый* – поскольку цель имеет конкретное деятельностное значение.

9.4. Спортивные двигательные умения и навыки

Формирование СДЗ осуществляется интеллектуальной функциональной системой (по П. К. Анохину), решение СДЗ – другой, психомоторной функциональной системой. Комплекс «формирование СДЗ – ее решение» обеспечивается этими двумя функциональными системами, составляющими спортивное двигательное умение. Следовательно, спортивное двигательное умение – весьма сложно организованное психолого-психомоторное образование, поскольку, как уже было выше показано, формирование СДЗ и ее решение – очень сложные и тонко структурированные процессы.

Для квалифицированного контроля над спортивной двигательной активностью, включающего в качестве компонентов ее анализ и синтез, а также анализ и синтез процессов ее освоения и совершенствования, необходимо понимание того, что она представляет собой отнюдь не однородную, а многоуровневую иерархически структурированную систему. Нельзя одинаково считать действием выполнение как простого подскока, так и акробатического соединения. Либо 1-го шага – и нападающего удара волейболиста (разбег, прыжок, удар, приземление). Либо подачу теннисиста и полный многоходовой розыгрыш мяча. Либо сложение 2 чисел и решение математической задачи.

Игнорирование иерархической структуры активности привело к очень серьезному, принципиальному смещению и ошибочному со-

держанию ключевых для технической подготовки (как в спорте, так и в физическом воспитании) понятий «двигательный навык» и «двигательное умение». Научно обоснованные представления в этом вопросе имеют важное отнюдь не только теоретическое значение, ведь «нет ничего практичнее хорошей теории» (Людвиг Больцман).

Вопрос о навыках, умениях и их соотношении (здесь стоит сосредоточиться на двигательных навыках и умениях), к сожалению, чрезвычайно запутан, трактовки этих терминов и стоящих за ними понятий принципиально различаются у разных психологов и педагогов. Перечислим некоторые основные с кратким комментарием.

1. *Двигательное умение или навык – это действие, причем умение по мере совершенствования и «автоматизации» переходит в навык.* Но и умение, и навык формируются в организме, становясь его особенностью, обеспечивающей определенную его способность, а действием называют либо схему некоторого процесса (шаг, прыжок в длину), либо реализацию этой схемы (выполнение шага, прыжка), то есть сам процесс. Это 3 принципиально разных понятия, в связи с чем (даже не обсуждая остальное) принять данную трактовку нельзя.

2. *Двигательное умение или навык — это способ выполнения действия; умение, совершенствуясь и «автоматизируясь», превращается в навык.* Способом выполнения действия часто называют его технику, то есть схему (модель) телодвижений и движений, которые тоже никак не являются особенностью, обеспечивающей некоторую способность организма, и уже потому (не обсуждая остальное) и эта трактовка не может быть принята.

В этих двух трактовках проявляется тенденция не различать между собой объект и его мысленную схему или модель, не различать сам процесс и механизм его обеспечения на базе мысленной модели, программы этого процесса. К сожалению, эта необъяснимая с точки зрения логики тенденция пока безраздельно уже более полувека господствует в теории физического воспитания и спорта, а потому и в диссертациях, учебниках и учебных пособиях для студентов физкультурных вузов, в статьях и монографиях. Но древность и авторитеты принято некритически почитать в религиях, а не в науке, в науке ветхие и ошибочные представления даже самых уважаемых авторитетов подлежат обоснованному пересмотру.

3. *Двигательное умение или навык – некий новообразованный психический или психомоторный механизм (можно сказать иначе: функциональная система), обеспечивающий осуществление двигательного акта, причем различие только в том, что навык есть совершенное и обычно автоматизированное умение.* Такая трактовка тоже неприемлема, но уже по причинам иного рода (в предыдущих вариантах не было даже надобности их обсуждать): достаточно уже того, что двигательный навык обеспечивает осуществление двигательного акта только при наличии необходимых функциональных возможностей (навык ходьбы не пропадает, если сломана нога, но ходить не удастся), тогда как умения включают в себя их наличие. Еще важнее то, что навык предполагает высокую алгоритмизацию двигательного акта, что допускает «автоматизацию» и требует множества повторов для достижения его стабильности и совершенства. Тогда как актуализация умения ситуативна, требует поиска путей, способов, решений, что не позволяет алгоритмизировать процесс.

4. *Двигательные умение и навык – механизмы разного иерархического уровня, причем иерархический уровень умения выше: умение есть совокупность навыков и знаний.* Эта трактовка наиболее приемлема, в ней учтена иерархичность двигательной активности, а значит различие механизмов навыков и умений. Но требуется следующее уточнение: умение обеспечивает формирование и решение двигательной задачи адекватно реальным условиям, потребностям и менталитету субъекта, а значит формирование исходной ситуации решения СДЗ и цели (конечной ситуации решения и схемы преобразования исходной ситуации в конечную), оценивание ситуаций и экстраполяцию их развития (содержание ситуаций рассмотрено выше), планирование и программирование решения задачи (в частности, выбора нужных навыков), актуализации двигательных программ в соответствии с реальными условиями.

Следует учесть и то, что в отличие от двигательного навыка двигательное умение включает в себя наличие необходимых функциональных возможностей (я не умею ходить со сломанной ногой), хотя навык шагания у меня есть; но если мои функциональные возможности позволяют прыгать на одной ноге, я могу передвигаться и со сломанной ногой на основе наличия другого умения. Из сказанного по-

нятно, что представление о превращении умения (тем более «по мере его совершенствования») в навык или навыка в умение принципиально ошибочно. Конечно, всё это в действительности намного сложнее и заслуживает отдельного обстоятельного рассмотрения, что в рамках этого учебника невозможно¹⁰.

Основные понятия

Актуализация	Конечная ситуация
Актуализационная двигательная программа	решения СДЗ
Акцепция решения	Механоориентированные субдействия
СДЗ и ее оценки	Мысленное моделирование
Блок СДЗ	Простая СДЗ
Двигательная задача	Программа регуляций
Двигательная метапрограмма, ее:	Психологическая установка
оперативная часть	Рефлексия
отставленная часть	Решение СДЗ
Двигательные действия	Ситуация
Двигательные коррекции	Сложная СДЗ
Двигательные умения	Спортивная двигательная задача (СДЗ)
Двигательные регуляции	Спортивное двигательное действие
Двигательные субдействия	Субдействия
Двигательный навык	Управляющие субдействия
Динамика телодвижений	Формирование СДЗ
Иерархия, иерархичность	Фрагмент двигательной активности
Исходная ситуация	Функциональная система (по П. К. Анохи-ну)
решения СДЗ	Цель
Кинематика телодвижений	Этапные субдействия
Командные решения	

Контрольные вопросы

1. В чем сущность иерархии спортивной двигательной активности?
2. Каковы иерархические уровни спортивной двигательной активности?
3. В чем сущность понятия «спортивное двигательное действие (СДД)»?

¹⁰ Подробнее в [2], в ряде статей автора. Предполагаются новые издания.

4. Что такое субдействия? Зачем делить на них СДД?
5. Каков смысл деления на этапные субдействия?
6. Каков смысл деления на управляющие субдействия?
7. Каков смысл деления на механоориентированные субдействия?
8. Какова роль знания разных видов структур СДД?
9. В чем сущность понятия «спортивная двигательная задача (СДЗ)»?
10. Что такое психологическая установка, какова ее роль?
11. Каковы основные существующие трактовки понятий «двигательный навык» и «двигательное умение»?
12. Как в данном учебнике предлагается трактовать понятие «двигательный навык»? Чем это обосновывается?
13. Как в данном учебнике предлагается трактовать понятие «двигательное умение»? Чем это обосновывается?
14. Как принято в физическом воспитании и спорте понимать соотношение навыков и умений? Какие еще варианты понимания этого соотношения существуют, какое предлагается в данном учебнике?

Рекомендуемая литература

1. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.
2. Коренберг, В. Б. Основы спортивной кинезиологии : уч. пособие для физкультурных вузов / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2005.

Часть IV. КОНТРОЛЬ НАД СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬЮ И ПОДГОТОВКОЙ

Глава 10. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА СПОРТИВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Анализ спортивной двигательной активности (СДА) в той или иной форме обязательно проводит каждый тренер, преподаватель физического воспитания, инструктор по спорту или туризму, спортсмен, физкультурник, даже зритель на соревнованиях или тренировках. Но анализ анализу рознь: он может быть поверхностным и глубоким, подвергать рассмотрению отдельные стороны двигательной активности либо быть комплексным, опирающимся на научные данные или на интуитивные представления, квалифицированным и не очень. А значит полезным, малоэффективным, бесполезным, даже вредным (если он приводит к существенным ошибочным выводам).

Сразу отметим одно важное обстоятельство: говоря об анализе СДА, нужно иметь в виду, что он почти всегда органично и неразрывно сопряжен с синтезом. Это как бы анализ-синтез. Почти во всех случаях правильно выполняемый анализ не только должен проводиться в интересах целого, но и все время «примеряться» на целое, по его завершении (как логическое завершение анализа, который проводится ради целого), а часто и по ходу (для проверки адекватности анализа) должен проводиться полный или (во втором случае) частичный синтез частей, на которые целое разделено анализом.

Следовательно, целесообразно учиться анализировать СДА и обучать его проведению. Различают принципиальные основы анализа СДА (методологическую базу и теоретические положения методики) и прикладные аспекты анализа конкретных фрагментов СДА, различных по характеру и иерархическому уровню. Глава посвящена принципиальным основам анализа, поскольку рассмотрение прикладных аспектов – задача других учебных дисциплин (называемых каждая «Теория и методика [название] вида спорта»).

10.1. Методологические основы биомеханического и кинезиологического анализа СДА

В главах 8 и 9 изложен ряд теоретико-деятельностных методологических положений, на которые как на предметное содержание должен опираться анализ СДА. Здесь же будут рассмотрены только методологические вопросы его *технологии*. Начать целесообразно с того, что в анализе СДА можно опираться на данные измерений, полученных инструментально, то есть с использованием измерительных устройств, приборов, измерительных установок, приборных комплексов (измерительной аппаратуры), но можно опираться и на данные, полученные иным путем: простым наблюдением, неинструментальным измерением (очень приблизительным, «на глаз» количественным или даже неколичественным, качественным), основанными на знаниях и опыте предположениями. Это рассмотрено в главах 1–3, но и здесь, не боясь повторений некоторых мыслей, стоит уделить им внимание. Контроль за СДА, опирающийся на инструментальные измерения, называют инструментальным контролем СДА.

10.1.1. Измерения

Многих смущает то обстоятельство, что в обычной спортивной и тем более физкультурной практике нет возможности проводить инструментальные измерения, кроме как для определения показанного спортивного результата или результата выполнения двигательного задания. Для инструментального измерения состояния, возможностей и способностей занимающихся нет ни материальной базы, ни времени. Прямого ущерба при этом как будто нет, его обычно не замечают, и чаще всего следует легкомысленный вывод о бесполезности измерений состояния и возможностей, так что, дескать, и знать об измерениях ничего не нужно.

Рассмотрим некоторые принципиальные моменты. Инструментальные измерения в спорте нужны не только для того, чтобы определять показанные спортивные результаты. Они проводятся для определения двигательных возможностей и двигательных способностей (например моторно-функциональных качеств) спортсмена, его оперативного состояния, для разработки норм и критериев, «моделей спортсмена». Инструментальные измерения позволяют объективно определить зависимости результатов двигательной активности от параметров ее осуществления. Тем более, что по мере миниатюризации изме-

нительной аппаратуры она всё меньше мешает осуществлению двигательных действий.

Неинструментальные измерения. Их ценность тем больше, во-первых, чем точнее способен человек без инструментов определять параметры двигательной активности, во-вторых, чем точнее принята за образец модель, с которой сравниваются определяемые параметры, в-третьих, чем лучше эта модель адаптирована к двигательным задачам этого человека. Ценность неинструментальных измерений много больше при сравнительном анализе, когда важно не абсолютное значение параметра, а различия в параметрах анализируемых объектов измерений.

К неинструментальным измерениям относят не только осуществляемые визуально. Измеряют также темп и ритм, определяют силу взаимодействия по сопровождающему его звуку или по кожным и проприоцептивным восприятиям. Можно отмерять пространственные параметры, используя свое тело или предметы, размеры которых хотя бы приблизительно известны — как при непосредственном наблюдении, так и используя видеозапись. Такие измерения уступают в точности инструментальным, но для использования в рамках педагогического контроля их точность часто вполне достаточна. Наконец, к неинструментальным измерениям следует отнести количественную фиксацию числа попыток, тренировок, допущенных ошибок и т. д.

10.1.2. Количественный и качественный анализ как методы

В биомеханическом и кинезиологическом анализах сосуществуют их количественные и качественные формы. Неоспорима роль и значение применения количественных форм (включая промежуточную — квалиметрию). Противопоставление этих 2 форм анализа диалектично и относительно, они во многом дополняют друг друга.

Количественный анализ непосредственно связан с измерениями (инструментальными и неинструментальными) и вычислениями. Применяя количественный анализ, можно определить количественные параметры изучаемого объекта, если нужно – выводят промежуточные оценки (в очках, баллах). Цель качественного анализа – определение и оценивание смысловых, содержательных признаков объекта (чаще всего телодвижений и движений). Именно завершающие, содержательные, качественные оценки в конечном счете имеют педагогическую ценность. Поэтому, если преследуются педагогические цели, для получения завершающих оценок по данным, полученным в

результате количественного анализа, неизбежно приходится прибегать еще и к качественному.

Количественный биомеханический анализ может иметь большую или меньшую «разрешающую способность», что обычно связано со степенью точности проводимых измерений. Для получения требуемых качественных оценок далеко не всегда нужны точные количественные данные, даже в научных исследованиях.

Точность измерений не дается даром, поэтому, чтобы излишне не усложнять контроль, нужно правильно определить необходимый для достижения поставленной цели уровень точности измерений, не превышая его без достаточных на то оснований. Но минимально необходимой точности следует добиваться, в том числе соблюдая соответствующие случаю метрологические требования к измерительной аппаратуре и проведению измерений.

Результаты инструментальных измерений можно подвергать статистической обработке параметрическими методами, если полученные их распределения достаточно близки к нормальному. Результаты неинструментальных измерений и полученные в условных единицах подлежат обработке непараметрическими методами.

Количественный биомеханический анализ возможен и на базе неинструментальных измерений. Полученные данные можно подвергать статистической обработке непараметрическими методами. Неинструментальные измерения проводить проще, чем даже простейшие инструментальные, особенно на соревнованиях.

В ходе количественного кинезиологического анализа диапазон применения неинструментальных методов существенно шире, чем в биомеханическом, в связи с применением целого ряда психологических и педагогических неинструментальных методик, результаты которых выражаются в баллах, очках, в других условных единицах, индексах, коэффициентах.

Качественный биомеханический анализ [1] основан на целевой спортивно-педагогической интерпретации в соответствии с законами механики и физиологии результатов измерений и наблюдений, полученных в количественной и неколичественной формах. Это сегодня основной тип анализа в работе тренера, которому приходится оперировать такими факторами как определяемые «на глаз» двигательные отклонения от нужной формы, силы, скорости телодвижений и движений (технические погрешности), нарушение у спортсмена координации движений, частота и глубина дыхания, динамика параметров спортивного совершенствования и т. д.

10.1.3. Спортивный качественный кинезиологический анализ

В качественном кинезиологическом анализе добавляются мотивационные факторы, имеющие различную природу: знаниевую, эмоциональную, социальную, медицинскую, личностную. Градации в их оценке во многих случаях нецелесообразно отображать числами, для этого больше подходят словесные обозначения, которые можно использовать в качественном анализе.

Спортивный биомеханический анализ монистичен, спортивный кинезиологический анализ строится с принципиальным учетом дуализма любой активности спортсмена, в том числе спортивной двигательной: его действия предметны, протекают в реальной, материальной, объективной действительности, но в организации и управлении своей активностью он опирается на оценку не ее, а своего представления о ней, которое неизбежно неполно, субъективно, преломлено его психическим опытом и особенностями психики, и потому, в частности, далеко не всегда адекватно отражает реальность. Субъективные факторы, такие как технология СДД, наличные навыки и умения, психическое состояние, особенности внешних условий, в которых протекает активность, часто имеют решающее значение.

Цель анализа определяет его объекты, что существенно в методологическом плане. При генерализованном анализе, охватывающем целиком СДЗ и СДД, обычно важны оценки и учет наряду с биомеханическими психофизических и психологических факторов, состава и уровня спортивных двигательных навыков и умений. При локальном анализе, когда рассматривается отдельное СДД или его компонент, чаще достаточно ограничиться биомеханическим анализом, а то и анализом только механической стороны активности. Методологически целесообразны различные формы анализа схемы системы телодвижений и движений (техники СДД), самой этой системы как реализации техники СДД, самого СДД (включая его технологию и ее реализацию), формирования и решения СДЗ, двигательных навыков и умений, сложных фрагментов двигательной активности.

В схеме на рис. 10.1 блок психологических факторов интегрирует производные от факторов социологического характера. Под *реактивными* факторами понимаются быстрота простых и сложных реакций и их адекватность ситуации при том или ином функциональном состоянии субъекта, а под его моторно-интеллектуальными возможностями – возможности в восприятии и должной обработке информации раз-

личными анализаторами отдельно и в разных сочетаниях параметров и характера двигательной активности. Содержание остальных блоков вряд ли нуждается в комментариях.

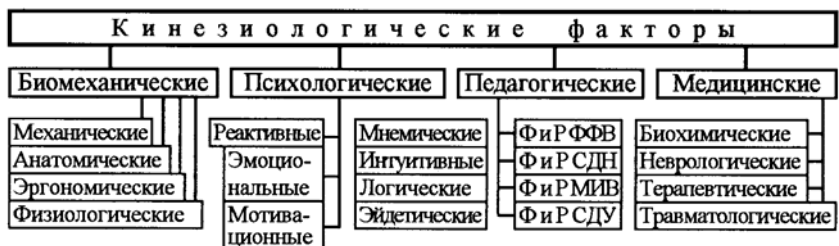


Рис. 10.1. Блок-схема, описывающая структуру кинезиологических факторов. Ф и Р – формирование и развитие, ФВ – физические функциональные возможности, СДН и СДУ – соответственно спортивные двигательные навыки и умения, МИВ – моторно-интеллектуальные возможности

Формы, виды, «модальности», уровни, направленность спортивно-го качественного кинезиологического анализа могут очень различаться, но чтобы он был эффективным, необходимо следовать определенной системной совокупности принципов и методов, что позволяет рассматривать этот тип анализа как систему, по мере надобности легко расчленяемую, но достаточно прочно объединяемую общими чертами, закономерностями, подходами.

В ходе анализа нужно применять *макроунифицированный* («для всех»), *микроунифицированный* (для группы лиц, объединяемой какими-то общими для них свойствами и в этом смысле однородной), *индивидуальный* (для отдельного, конкретного человека) подходы, учитывающие относящиеся к данному спортсмену или категории спортсменов факторы и закономерности. Такая установка повышает гибкость анализа.

На рис. 10.2. показаны различные варианты компонентного «набора» качественного кинезиологического анализа, которые мы можем различать, «анализируя анализ» – как рассматриваемого типа, так, вообще говоря, и любого качественного анализа. Кратко о примененных терминах.

Непосредственный анализ – анализ, проводимый по ходу и по мере наблюдения. *Реконструктивный* анализ проводится после завер-

шения анализируемого фрагмента активности по воспоминаниям о нем или – косвенно – путем логической реконструкции на основе экстраполяции хода развития других, обычно смежных, фрагментов.



Рис. 10.2. Компоненты качественного кинезиологического анализа: варианты

Реконструктивный анализ опирается не на непосредственное восприятие, а на логическую и интуитивную реконструкцию того, что, предположительно, было, но прямо не замечено.

Ретроспективный анализ проводится на основе вспоминания прошедшей части двигательной активности или ее логической реконструкции, т. е. как бы заглядывая назад, в прошлое. *Синхроспективный* анализ осуществляется синхронно с развитием действий (с очень небольшим отставанием). *Проспективный* анализ – это построенный на базе экстраполяций или интуитивных догадок анализ будущих действий, опережающий реальный ход двигательной активности, это как бы заглядывание в будущее.

Детерминистский анализ основан на предположении анализирующим однозначного следствия *последующего* из правильно (как ему представляется) определенного *предыдущего*. В основе *вероятностного* анализа представление о том, что всякое событие вытекает из предыдущего с вероятностью, всегда меньшей 1 (т. е. $< 100\%$).

Индуктивный анализ исходит из конкретных фактов и факторов и, обобщая и исследуя их, ведет к формированию закономерностей. *Дедуктивный* анализ исходит из соответствующих анализируемому объекту более общих законов, закономерностей, обобщений и ведет к познанию конкретных (или стоящих ближе к конкретному) факторов, явлений, закономерностей.

Догматический анализ опирается на не подлежащие сомнению знания и на готовое знание ответов на поставленные вопросы. *Интуитивный* анализ основан на аналогиях, образных представлениях, подсознательных догадках, т. е. на выводах при существенно неполной информации. *Аксиоматический* анализ построен на логических выводах (на основе известных бесспорных закономерностей) из бесспорно же известных фактов и явлений. *Эвристический* анализ сочетает в себе черты названных в этом абзаце ранее трех видов анализа, комбинации их элементов, но применяемых на основе правдоподобных рассуждений, умозаключений и выводов.

При спортивном качественном кинезиологическом анализе СДЗ и их решений в ряде видов спорта нужно учитывать их сложность и трудность, четко разводя эти понятия: сложность СДЗ или его решения определяется (оценивается) количеством компонентов и связей между ними – безотносительно к исполнителю, т. е. сложность характеристика объективная; а трудность определяется общим «весом» вероятных затруднений, которые испытывает конкретный спортсмен при решении СДЗ, и усилий (как психической категории), которые ему придется для их преодоления развивать, что зависит от его личных физических и психических функциональных возможностей и от его отношения к этим затруднениям и необходимым усилиям, т.е. это характеристика субъективная.

Можно представить схемами несколько разновидностей качественного кинезиологического анализа. К качественному кинезиологическому анализу следует относить и анализ с чисто механических позиций, и биомеханический анализ, и педагогический анализ (так предлагается называть анализ, удобный и приемлемый для применения в учебно-тренировочном процессе), и углубленный качественный кинезиологический анализ, применяемый в исследованиях. Блок-схема на рис. 10.3 иллюстрирует компонентный состав теории педагогического анализа (ТПА) СДА как наиболее применимого в практике физического воспитания и спорта.

Для проведения педагогического анализа необходимы определенные теоретические познания. Попытки спортсмена или тренера, не владеющего «критической массой» знаний, анализировать СДА малоэффективны, чаще от них больше вреда, чем пользы. Настоящий курс, конечно, не решает этот вопрос, не обеспечивает необходимую подготовку, но он, по крайней мере, может направить желающего приобрести умение эффективно анализировать спортивную двигательную

сферу, может стать если не трамплином или платформой, то хотя бы стимулом для формирования такого умения.



Рис. 10.3. Компоненты и «педагогический выход» теории педагогического анализа (ТПА) спортивной двигательной активности (СДА): ТП – теоретические положения; СДД – спортивные двигательные действия; СДО – спортивные двигательные ошибки

Качественный кинезиологический анализ спортивных двигательных ошибок (СДО) можно проиллюстрировать схемой (рис. 10.4).

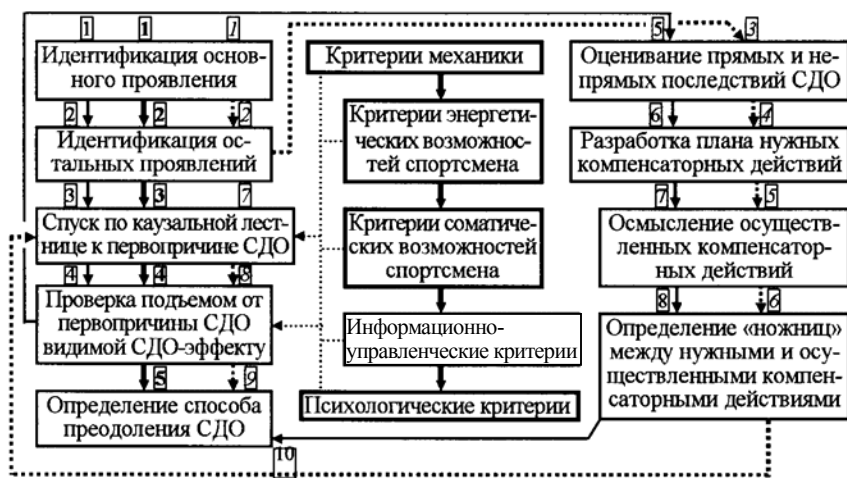


Рис. 10.4. На схеме показаны 3 возможных пути анализа, они обозначены разными стрелками (тонкой, жирной, пунктирной) и цифрами, показывающими порядковые номера блоков (в их очередности) на этом пути. Средняя колонка блоков – критерии, по которым осуществляются «спуск» к первопричине СДО и подъем от этой первопричины к СДО-эффекту, т. е. к видимой, фиксируемой нами СДО

10.1.4. Спортивный двигательный автоанализ

При спортивном автоанализе (анализе спортсменом своей спортивной двигательной активности) необходимо умелое самонаблюдение (невзирая на трудность сочетания его с выполнением двигательного задания, часто требующего мобилизации всех сил и напряженного внимания), осуществление которого требует опыта и специальных умений — этому нужно специально учиться. Автоанализ существенно отличается от анализа наблюдателем «со стороны», различимы 4 стороны этого отличия.

1. Сенсорная база автоанализа много более разномодальна, т. е. содержит информацию, полученную работой многих разных по механизму и по физическому типу воздействий анализаторов (рис. 10.5).

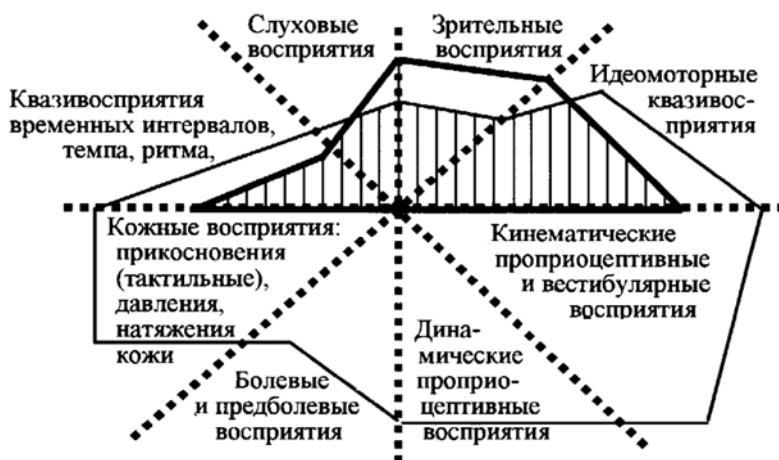


Рис. 10.5. Сравнение сенсорных баз «стороннего» анализа (анализа «со стороны») и автоанализа. Ограниченный жирными линиями контур окаймляет область сенсорных источников информации для «стороннего» анализа, ограниченный тонкими линиями – сенсорные источники информации для автоанализа. Жирными пунктирными линиями разграничены (как сегменты пространства рисунка) сенсорные источники информации. Вертикальной штриховкой отмечена зона «перекрывтия» областей источников сенсорной информации, получаемой исполнителем и наблюдателем

Поэтому спортсмен, научившийся интроспекции, о своей СДА получает много более обширную, комплексную и тонкую информацию,

чем наблюдатель со стороны. Это *кинематическая* (локальные, региональные, общая позы, направления и величины линейных и угловых скоростей и ускорений) и *динамическая* (силы тяги мышц, напряжения в связках, давления на суставные хрящи и скорости изменения этих сил) *проприоцептивная* информация и кожная рецепции, а также вестибулярная рецепция, болевые и предболевые восприятия. Такой информации наблюдатель (например тренер) не получает.

2. Зрительные восприятия также разные, поскольку наблюдение осуществляется с разных позиций («точек»), причем внимание спортсмена отвлечено выполнением требуемой системы телодвижений и движений (реализацией техники СДД) — обычно путем реализации технологии СДД. Кроме того, направленность активной части зрительной афферентации различна, поскольку различны установки. По тем же причинам различны временные и идеомоторные квазисенсорные представления и восприятия (они еще более зависимы от установки и эмоционального состояния).

3. Неизбежно в той или иной мере содержательно различаются между собой СДЗ спортсмена и РКДЗ тренера или другого человека, анализирующего решение этой СДЗ «со стороны».

4. У спортсмена и тренера различны специальные знания и умения, требующиеся для анализа двигательной активности («добыть» ее по ходу выполнения упражнения и эффективно использовать — оперативно анализировать и делать управляющие выводы — совсем не просто, это умеют делать далеко не все даже очень опытные спортсмены и тренеры). К тому же спортсмен не должен ослаблять внимание к самому процессу выполнения упражнения.

Целесообразно анализировать спортивную двигательную активность спортсмена по возможности «тандемом»: совместно тренером и спортсменом, используя информацию и того, и другого. Чтобы сотрудничество было плодотворным, тренер должен обучать спортсмена автоанализу. И, конечно, спортсмен и тренер должны одинаково трактовать понятия и термины, иначе не будет необходимого для эффективного анализа взаимопонимания.

10.1.5. Проблема надежности СДА

Эта проблема в спорте всегда актуальна и в принципе до конца не разрешима. Можно ставить вопрос лишь о повышении надежности как интегральной вероятностной функциональной характеристики предстоящей спортивной двигательной активности. Надежность кон-

кретного фрагмента СДА – вероятность удачного, «удовлетворительного» (в смысле удовлетворяющего того, кто оценивает СДА) его осуществления (актуализации по соответствующему этому фрагменту схеме) конкретным человеком-субъектом этой активности, то есть вероятность удовлетворительного выполнения двигательного задания. Экспериментально (опытным путем) надежность выполнения двигательного задания определяется как отношение количества n удовлетворительных попыток выполнения к общему достаточно большому количеству N попыток (при малом количестве попыток весьма вероятно очень грубая ошибка в оценке надежности выполнения последующих аналогичных заданий), то есть надежность $H = n / N$ за некоторый рассматриваемый временной отрезок СДА, *ненадолго* предшествующий тому, в отношении которого определяется надежность. При этом предполагается, что факторы, определяющие надежность осуществления такого фрагмента СДА, за это время сколько-нибудь существенно не изменятся.



Рис. 10.6. «Древо» надежности
СДЗ – первые 2 ветвления на компоненты

Здесь и далее будем рассматривать надежность не механизмов, оборудования, инвентаря, а надежность СДА конкретного человека.

Факторы, определяющие надежность выполнения двигательного задания, можно рассматривать как ее компоненты. На рис. 10.6 показано разделение (первое ветвление древа) на совокупности компонентов, связанных с субъектом активности (субъектная, или функциональная, надежность), и компонентов, внешних по отношению к субъекту (внешняя надежность). Каждый блок, в свою очередь, разделяется («ветвится») на более узкие совокупности компонентов.

Блок 1 – совокупность компонентов, зависящих от субъекта активности: *блок 1а* – характеристики (в том числе особенности) его те-

ла; *блок 1б* – способность субъекта выполнять работу того или иного объема, той или иной мощности, развивать ту или иную силу во взаимодействии с другими телами, противостоять гравитационным силам, быстро напрягать мышцы; *блок 1в* – от его способности удовлетворительно воспринимать (пассивно и активно) и удовлетворительно обрабатывать информацию, а также направлять мышцам командную информацию управления своим телом и его воздействиями на другие тела. Это блоки компонентов надежности, которые усилиями субъекта можно совершенствовать, повышая надежность.

Блок 2 – факторы, внешние по отношению к субъекту СДА: это внешние условия, в которых будет осуществляться рассматриваемая СДА: *блок 2а* – освещенность, температура, особенности места осуществления СДА, инвентаря, оборудования, звуковые, световые, психологического характера помехи, особенности противников, партнеров, влияющие на выполнение задания; *блок 2б* – обязательные характеристики и особенности упражнений (энергетические, координационные, связанные с риском, с управлением вниманием), которые должен выполнять субъект СДА, требования правил соревнований и самого спортсмена или его тренера к общему «качеству» и отдельным характеристикам выполнения этих упражнений.

Основные пути повышения надежности СДА:

1) повышение целевого функционального резерва¹¹, позволяющего при осуществлении спортивного двигательного действия (СДД) за счет избыточных функциональных возможностей преодолевать неизбежные отклонения реальных телодвижений и движений от намеченной техники этого СДД;

¹¹ Каждое конкретное СДД (имеется в виду и те особенности его осуществления, которые связаны с особенностями решаемой СДЗ и конкретной ситуации) может быть успешно осуществлено только при наличии некоторых минимально необходимых для этого целевых (существенных для этого СДД) функциональных возможностей — это можно назвать *функциональным запросом* данного СДД. Но каждое случайное двигательное отклонение от программы СДД (а такие отклонения неизбежны по целому ряду причин) требует дополнительных функциональных возможностей для ликвидации этого отклонения или его двигательных последствий. Такие ориентированные на данное СДД «запасные» функциональные возможности (целевой функциональный резерв) нужны человеку, чтобы успешно справляться с вероятными двигательными отклонениями. До известного предела чем этот резерв больше, тем лучше. Но если он чрезмерен, надеясь на него спортсмен хуже осваивает технику СДД, и это в дальнейшем может отрицательно сказаться на его спортивной подготовке.

2) совершенствовать целевые двигательные умения, то есть способность формировать и осуществлять целесообразную тактику и целесообразный для решения СДЗ «подбор» СДД и их модификаций, совершенствовать соответствующие двигательные навыки;

3) где это допустимо – дублировать СДД и даже СДЗ, то есть обеспечивать возможность в случае возникновения срочной необходимости срочной же замены их другими СДД или СДЗ, заранее предусмотренными в качестве «запасных»;

4) обеспечить возможно лучшее свое функциональное состояние, то есть наличие как можно больших функциональных возможностей;

5) по возможности обеспечить благоприятные внешние условия и более «удобную» (связанную с большей надежностью ее осуществления данным субъектом) СДА.

10.2. Эвристика формирования и решения СДЗ

Формирование и решение СДЗ – сложнейший психический и двигательный фрагмент деятельности спортсмена, являющийся для него *целевым* [1, 2, 3 и др.]. Кажущаяся (в большинстве случаев) незамысловатая простота этих взаимосвязанных, взаимозависимых процессов объясняется, во-первых, огромными управленческими возможностями нервной системы, во-вторых, эволюционной адаптацией нашего организма к осуществлению двигательной активности и, в-третьих, накоплением в течение жизни огромного личного двигательного опыта каждого человека, не имеющего глобальных нарушений опорно-двигательного аппарата и нервной системы.

Термин «эвристика» (от «эврика», по-гречески «нашел», – слова, которое, по легенде, от радости выкрикивал Архимед, открыв свой знаменитый закон) и содержание стоящего за ним понятия предложил американский математик венгерского происхождения Дьёрдь Пойа [5]. Было бы неверно называть эвристику наукой, это лишь некоторая системная совокупность теоретических и методических положений, правил, приёмов, ориентированная на решение задач, в том числе – и особенно – творческих. Это некое целостное научное направление, давно уже общепризнанное в научном мире.

Адаптация положений эвристики к формированию и решению СДЗ, разработка новых общих и специфических положений в этой области, ориентированных на нужды спортивной двигательной активности, представляется актуальным и перспективным направлени-

ем в теории физического воспитания и спорта. Первые попытки разработки эвристики решения СДЗ имели место более четвери века назад [5, 6 и др.]. В настоящее время в связи с принципиальным развитием и даже пересмотром ряда теоретико-деятельностных представлений проблема приобрела другое звучание и другой масштаб. Она нуждается в широком, серьезном, обстоятельном рассмотрении, тщательной разработке, широком и непредвзятом обсуждении.

Далее обозначены лишь те аспекты этой проблемы, которые, отражая более узкие, частные проблемы, «субпроблемы», представляются наиболее значительными. Во всяком случае, они достаточно четко вырисовываются как существенные «отдельности».

1. Аспект формирования спортивной двигательной ситуации [7] как динамической модели текущей развивающейся реальности, по возможности более соответствующей (адекватной) решаемой субъектом задаче. Более узкие, частные аспекты:

а) адекватного формирования представления о своих текущих и оперативных двигательных возможностях,

б) адекватного формирования субъектных спортивных рефлексивных квазидвигательных задач, то есть предположительных представлений о том, каковы задачи партнеров и (или) противников и как они намерены их решать;

в) адекватной оценки не зависящих от субъекта СДЗ факторов, которые могут существенно влиять на ее решение,

г) формирования адекватного представления о требуемых отдаленных результатах решения СДЗ,

д) личной значимости характера и качества решения данной СДЗ.

2. Аспект соотношения и взаимовлияния потребностей, ситуации и ее динамики, деятельностной мотивации.

3. Аспект выбора адекватного плана решения СДЗ.

4. Аспект формирования актуализационной (базовой ситуативной адаптированной) двигательной программы СДЗ.

5. Аспект формирования ситуативной двигательной метапрограммы (программы управления процессом актуализации актуализационной (выглядит как тавтология, но тавтологии здесь нет) двигательной программы СДЗ и оценок хода и результатов его решения).

6. Аспект актуализации актуализационной двигательной программы и оперативной части двигательной метапрограммы СДЗ.

7. Аспект актуализации отставленной (чисто оценочной) части метапрограммы СДЗ.

8. Аспект извлечения из формирования и решения СДЗ двигательного опыта, в том числе микро- и макротактического; этот аспект в педагогическом плане чрезвычайно важен.

Конечно, эвристика формирования СДЗ как ситуативного компонента психического состояния и эвристика решения СДЗ существенно различаются, хотя общая их основа едина: ведь формирование СДЗ это формирование и решение мыслительной (интеллектуальной) задачи. Несомненно, все мы на деле, на практике интуитивно, художественно, успешно или не совсем, обычно не подозревая об этом, применяем положения эвристики — само собой разумеется, не осознавая этого. А лучше делать это сознательно и осознанно, хотя интуитивные моменты отнюдь не противопоказаны.

Очень кратко о содержании эвристики. В ней предлагается различать: 1) принципы, 2) законы, 3) правила, 4) методы, 5) приемы.

Принципы

1. *Принцип примата «старшей» цели*: реализации цели (как представления о желаемом, которого субъект добивается формированием и решением СДЗ), стоящей выше по иерархии целей, отдается предпочтение перед стоящими ниже. Например, качество реализации цели сложной СДЗ, включающей в себя простые СДЗ, в их формировании и решении предусматривается как нечто более важное, чем качество реализации целей этих простых СДЗ самих по себе.

2. *Осмысление и структурная основа как формирования, так и решения СДЗ «от конца к началу», а планирования и реализации плана «от начала к концу»*: первая половина этого принципа (в нечеткой и спорной формулировке: «задачу нужно решать от конца к началу») выдвинута Д. Пойя [5] в качестве 1-го принципа. Но этот принцип представляется всё же менее важным, чем предлагаемый выше в качестве 1-го. Суть принципа: нужно сначала определить, что именно непосредственно необходимо для достижения конечного результата, затем определить, что непосредственно необходимо для этих «что именно» и т. д., «опускаясь» по этой лестнице к тому, что имеется исходно. Этим определяется структурная основа плана решения. Затем в обратном порядке, от имеющегося к желаемому, по принятой структуре формируется план, он осуществляется от того, что имеем, поэтапно приближаясь к конечному результату, то есть «от начала к концу».

3. *Ситуативной оптимизации формирования и решения СДЗ*: формирование и решение СДЗ должны быть адекватными текущей и оперативной ситуациям (которые, в свою очередь, нужно формировать адекватно текущей и оперативной действительности).

4. *Опережающего формирования установки, плана, программы формирования и решения СДЗ*: психологическая установка предопределяет характер любой активности и потому должна ей предшествовать, опережать; в том числе и программированию должна предшествовать установка, но само программирование, естественно, обязательно должно предшествовать соответственно формированию и тем более решению СДЗ.

5. *Метапрограммирования [1] формирования и решения СДЗ*: актуализация актуализационной программы формирования и решения СДЗ должна контролироваться и корректироваться соответствующей метапрограммой, которую необходимо предварительно сформировать, ситуационно адаптируя и по мере надобности модифицируя извлекаемую из памяти соответствующую базовую («скелетную») метапрограмму.

6. *Целесообразной неопределенности цели и программ решения СДЗ*: а) «подпринцип» вариабельной стабилизации, суть которого в том, что неизбежные и непредсказуемые отклонения при реализации актуализационной двигательной программы часто требуют для пользы дела – для оптимизации результата – коррекций цели и программы, что осуществить легче, если они не очень «жесткие», если им свойственна разумно обоснованная неопределенность; б) «подпринцип» оперативной приспособительности цели и актуализационной программы к характеру динамики конкретной ситуации, что осуществить легче, если цель и программа не очень «жесткие», если им свойственна разумная неопределенность.

Правила

1. *Оптимальной дифференциации афферентной программы [8]*: афферентная программа должна состоять из относительно автономных целевых компонентов-блоков. Их целесообразная особость, выделенность, взаимная ограниченность помогают осуществлению двигательных коррекций.

2. *Оптимальной дискретизации афферентной программы*: управление движениями осуществляется не непрерывно, а по некоторым «реперным точкам»-ориентирам, использование которых требует какого-то времени, поэтому они во времени должны быть разумно отделены друг от друга. В то же время слишком большие временные интервалы между ними снижают их общее количество, отрицательно сказываясь на объеме и своевременности получаемой информации обратной связи.

3. *Целевые двигательные коррекции должны быть двояко ориентированными*: вносимые коррекции должны производиться с учетом не только допущенных или прогнозируемых двигательных отклонений, но и эффективности применительно к реализации цели СДЗ.

4. *Оптимизации продолжительности формирования и решения СДЗ*: при «дефиците времени», столь частом в условиях соревнований, а то и тренировки, нужно формировать и решать СДЗ, с одной стороны, как можно быстрее; однако, с другой стороны, поскольку при этом страдает качество и формирования СДЗ, и ее решения, выделенное на них время желательно увеличить, но опять-таки не во вред реализации целей – поэтому и нужна оптимизация продолжительности формирования и решения СДЗ.

5. *Оптимизации энергозатрат в процессе решения СДЗ*: это правило целесообразно соблюдать в тех случаях, когда работоспособность лимитирует уровень совершенства решения СДЗ.

6. *Оптимизации целевого функционального резерва*: поскольку двигательные отклонения от программы, а то и двигательные ошибки, неизбежны, функциональный резерв требуется для их подавления и компенсации их последствий. Резерв нужен большим, если ошибки ожидаемы, меньшим – если уровень технической подготовленности выше и ошибки маловероятны.

7. *Оптимизации надежности решения СДЗ*: надежность решения СДЗ не дается даром, на ее достижение расходуются время и силы, и нужно «взвешивать» значимость повышения надежности до намеченного уровня и «цену» приобретения этого уровня надежности.

Приведенный перечень эвристических принципов и правил в определенной мере условен, потребуются немалая работа над ним, но он приемлемая база для дальнейшего его совершенствования.

Основные понятия

Автоанализ	Кинематический
Анализ СДА:	Количественный
реконструктивный	Контрольные вопросы
ретроспективный	Методологическая база
проспективный	Мнемический
синхроспективный	Надежность фрагмента СДА:
догматический	абсолютная
интуитивный	относительная
аксиоматический	внешняя
эвристический	субъектная (функциональная)
эйдетический	телесно-структурная
детерминистский	энергетическая
вероятностный	информационно-
дедуктивный	управленческая
индуктивный	Оптимизация
Актуализационная	Педагогический анализ
двигательная программа	Приприоцептивный
Афферентная программа	Рефлективные спортивные
Биомеханика	квазидвигательные задачи
Двигательная метапрограмма	Ситуация
Динамический	Технология анализа
Инструментальный	Функциональный запрос
контроль	Целевой функциональный
Интроспекция	резерв
Качественный анализ	Эвристика
Кинезиологические факторы	
Кинезиология	

Контрольные вопросы

1. В чем принципиальные отличия «внешнего» анализа от автоанализа?
2. Что такое технология анализа СДА?
3. Почему анализ СДА связан с синтезом полученных компонентов?
4. Зачем нужны измерения в физическом воспитании и спорте?
5. Что такое и почему нужен качественный анализ СДА?
6. Каковы разновидности компонентов анализа СДА? По блок-схеме.
7. Что такое и каковы функции двигательной метапрограммы?
8. В чем отличие кинезиологического анализа от биомеханического?
9. В чем сущность характеристики «надежность»?

10. Каковы компоненты субъектной надежности и их содержание?
11. Каковы компоненты внешней надежности? Каково их содержание?
11. Что такое спортивные рефлексивные квазидвигательные задачи?
12. Что такое ситуация?
13. Что такое функциональный запрос двигательного задания и целевой функциональный резерв?
14. Что такое эвристика? Каковы ее принципы, правила, методы?

Рекомендуемая литература

1. Коренберг, В. Б. Надежность исполнения в гимнастике / В. Б. Коренберг. – М. : Физкультура и спорт, 1970.
2. Коренберг, В. Б. Основы качественного биомеханического анализа / В. Б. Коренберг. – М. : Физкультура и спорт, 1979.
3. Коренберг, В. Б. Решение задачи, умение, навык / В. Б. Коренберг // Вопросы психологии, 1993. – № 2. – С. 80–85.
4. Коренберг, В. Б. Нетрадиционный взгляд на решение спортивных двигательных задач / В. Б. Коренберг // Теория и практика физической культуры, 1994. – № 11. – С. 43–46.
5. Пойа, Д. Математика и правдоподобные рассуждения / Д. Пойа. – М. : Наука, 1975.
6. Коренберг, В. Б. Задача сохранения устойчивости тела в стационарных позах равновесия / В. Б. Коренберг // Совершенствование учебно-тренировочного процесса в спортивной гимнастике. – М. : МОГИФК, 1982. – С. 70–100.
7. Коренберг, В. Б. Основы спортивного кинезиологического анализа / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2005.

Глава 11.ТЕСТИРОВАНИЕ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И СПОРТЕ

Учебно-тренировочный процесс – чрезвычайно сложная *процессуальная система*, которую, пытаясь осмыслить, стараясь в ней разобраться, мы вынужденно мысленно упрощаем, ограничиваемся только наиболее существенными (по нашему мнению) факторами: только уменьшив поток поступающей информации мы в состоянии ее удовлетворительно обработать и использовать для управления процессом. Контроль над учебно-тренировочным процессом должен дать ту информацию обратной связи, без которой управление столь сложной процессуальной системой невозможно. В современном физическом воспитании и спорте тестирование – одно из важнейших средств контроля над учебно-тренировочным процессом, важный источник объективной информации о нем.

Эффективность контроля повышается его объективизацией, этого добиваются объективизацией тестирования. Было бы ошибочно думать, что получить тестированием достоверную информацию просто, были бы тесты подходящие и нужная аппаратура. Это и так, и не так. Нужны специальные знания методологии и технологии тестирования. В этой главе рассмотрены лишь общие основы тестирования, поскольку специфическую конкретику тестирования должны излагать в курсах теории и методики соответствующего вида спорта специализирующие кафедры.

11.1. Основные положения и понятия

Для современного учебно-тренировочного процесса характерно сохранение тенденции к росту объемов, интенсивности и психической напряженности нагрузок, хотя разумные резервы применительно к большей части современного контингента занимающихся нередко в основном уже исчерпаны. Необоснованно большие объемы и (или) интенсивность и (или) психическая напряженность нагрузки приводят всех спортсменов группы или большинство из них в состояние «перетренированности», к повышенному травматизму, снижению сопротивляемости простудным заболеваниям, нарушениям сна. Это назы-

вается «работать на износ». Поначалу могут быть определенные успехи, но ненадолго, быстро наступает спад. Помимо этого задолго до очевидных проявлений перетренированности ухудшается двигательная координированность (это убедительно показано в работах М. М. Синайского). Грамотный тренер понимает: нужно снизить нагрузки. Но какие именно и насколько?

Или иначе: для большинства спортсменов группы нагрузки не чрезмерны, но 1–2 спортсмена их не выдерживают, у них проявляются признаки – часто неясные – начинающейся «перетренированности». В результате они снижают двигательную активность, тренируются без энтузиазма, их спортивные показатели снижаются, у них (да и у тренера) появляется мысль о бесперспективности их дальнейшей тренировки, нередко такие спортсмены покидают спорт. Между тем совсем не исключено, что это способные и даже талантливые спортсмены, только не готовые к предложенным им нагрузкам. Ведь способность к перенесению высоких нагрузок весьма индивидуальна и в значительной мере тренируема.

Бывает в практике и обратное: нагрузки недостаточны, это тормозит спортивный рост занимающихся, не позволяет им добиться тех спортивных результатов, которые они могли бы показать при оптимальной нагрузке на тренировках. В современном учебно-тренировочном процессе помимо отмеченной тенденции к росту объема и интенсивности нагрузки наблюдается тенденция к их *оптимизации*, что требует полноценной обратной связи.

Это о нагрузках. Но ведь нужно еще определять уровень и динамику технической и тактической подготовленности, контролировать теоретическую подготовленность, позволяющую спортсмену стать помощником тренера в собственной подготовке, состояние здоровья и тенденции к его изменению.

Другими словами, нужен эффективный разносторонний (комплексный) контроль за здоровьем, функциональным состоянием и различными сторонами подготовленности спортсменов: физической, технической, тактической, психологической, теоретической. Такой контроль худо-бедно осуществляет каждый тренер, проводя педагогическое наблюдение, анализируя выполнение контрольных упражнений. Но тестирование существенно объективизирует контроль, тем самым повышая его информативность и достоверность.

Определить уровень двигательных возможностей проще, это можно сделать по измеренным результатам выполнения упражнений, ко-

которые сочтут информативными (это называют определением двигательной подготовленности). Тестированием контролируют общий уровень и конкретные стороны и особенности спортивной подготовленности (физической, технической, тактической, психологической, теоретической). Это очень важная задача. При этом следует иметь в виду, что если речь идет о развитии, повышении двигательных возможностей как доступных конкретному человеку предельных проявлений, встает вопрос о том, что определяет эти возможности. Определяют 1) уровень и особенности способностей, которые поэтому нужно развивать, повышать, совершенствовать – не только по уровню, но и по структуре, 2) наличие конкретных технических, тактических и психических умений, которые поэтому тоже нужно формировать и совершенствовать. Всё это нужно определять.

Определять двигательные способности труднее, чем двигательные возможности, для этого нужны специальные тесты, выполнение которых может аналитически отразить отдельные модальные и локальные компоненты двигательных способностей, притом отразить изолированно, как бы отделив от других. Определение разнородных двигательных способностей спортсмена (каждого вида способностей отдельно), а затем формирование обобщенного интегрального представления о его двигательных способностях – никак не менее важная задача тренера, чем определение возможностей.

Тестированием можно определять и отдельные компоненты любой стороны подготовленности, а на этой основе их общие уровни.

Чтобы получить как можно более объективные и точные данные, тестирование необходимо проводить в достаточной мере регулярно: делать пробы, проводить измерения и испытания, спортсмены должны выполнять двигательные или интеллектуальные задания – но только обязательно отвечающие некоторым требованиям информативности, достоверности, воспроизводимости, сопоставимости. В противном случае это не тесты.

Физическое воспитание и спортивная тренировка более эффективны, если их проводить по продуманному, обоснованному плану. Необходим и соответствующий контроль за выполнением этого плана: средства и методика проведения контроля должны соответствовать содержанию контролируемого раздела плана. Планирование, в свою очередь, должно предусматривать возможность своевременного и достаточного контроля за выполнением каждого раздела плана. Если выполнение плана и его результаты не контролировать, эффектив-

ность подготовки снижается, часто кардинально, а польза от плана ограничивается обозначением направления тренировочного процесса, что может завести совсем «не туда», если не получать информацию о ходе выполнения плана и его результатах.

Контроль многообразен, но в первую очередь необходим контроль за состоянием (в том числе за двигательными возможностями) занимающихся, для чего нужно как-то эти факторы отображать количественно или качественно (не числами, а содержательно, понятийно) выраженными параметрами. К качественному контролю не следует относиться пренебрежительно, в практике физического воспитания и спорта он является по большей части единственным доступным средством. К тому же полученные количественные данные нужно педагогически осмыслить, а это возможно только путем проведения качественного анализа как полученных количественных результатов, так и всех других относящихся к делу существенных данных и обстоятельств – притом в связном комплексе.

Используют разные методы: измерения, различные пробы, выполнение контрольных заданий, опроса, наблюдений. При этом много значит *технология получения данных*: то, как мы это делаем. От этого зависит и степень достоверности добытой информации, и то, насколько она *информативна* для нас: во-первых, насколько *понятна* по содержанию, во-вторых — насколько *верно и точно понятое нами отражает именно то, что нас интересует*. Это достигается тестированием, осуществленным любым из перечисленных методов, но только при обязательном соблюдении определенных условий.

Тестирование позволяет контролировать эффект тренировки (срочный, отставленный, кумулятивный) и определять состояние спортсмена (*диагностическое* тестирование), способности и даже некоторые задатки спортсмена и на этой основе *прогнозировать* эффект тренировочного процесса (*прогностическое* тестирование). Прогнозировать можно эффект будущего тренировочного процесса, спортивные результаты. Тестирование существенно помогает определить двигательные возможности человека, что влияет на его место в оценках его референтной группы (людьми, мнением которых он дорожит), что для него особенно важно, или любой группы, оценивающей человека с точки зрения его двигательных и психических возможностей. Но главное, это помогает четко установить и осознать его сильные и слабые стороны и особенности (в деятельностном либо более узком, но особенно важном для нас – двигательном плане).

Внедряя в учебно-тренировочный процесс тестирование как неслучайный, а *непрерывный, органично интегрированный* в подготовку компонент, приходится решать задачу оптимизации: чем чаще проводится тестирование и чем оно обстоятельнее, тем большую информацию собирают о спортсменах, но и тем больше внимания, времени и сил отнимается непосредственно от тренировки. Чтобы найти разумный оптимум, необходимо учитывать особенности контингента тренирующихся (возраст, пол, спортивную специализацию и квалификацию, менталитет), количество тренировочных часов в неделю, продолжительность каждого тренировочного занятия, условия тренировки, численность группы, техническую оснащенность процесса тестирования, возможности в расшифровке, осмыслении и верной интерпретации (истолковании) полученных данных. Причем, увы, часто самым трудным оказывается именно интерпретировать.

Тестирование – это *проба, измерение, испытание* изучаемого объекта для определения его свойства (свойств), состояния, функций и функциональных возможностей, а также их *ретроспективной* (обращенной в прошлое) и *проспективной* (обращенной в будущее) динамики путем *экстраполяции во времени* соответственно *на прошлое* или *на будущее*. Тестирование – это *актуализация* (реализация с учетом особенностей ситуации) соответствующей некоторым критериям схемы – **теста**.

В физическом воспитании и спорте тестируют чаще всего самих занимающихся и их двигательную активность, хотя иногда тестируют лошадей, оборудование, одежду и др. Здесь рассматривается тестирование только людей и их спортивной двигательной активности в интересах их физического и спортивного совершенствования, в первую очередь – с целью контроля за их состоянием, частными (*локальными* или конкретными *целевыми*) и общими (*интегральными*) двигательными возможностями, за динамикой соответствующих характеристик. Нередко тестируют и с исследовательскими целями.

Людей, непосредственно проводящих тестирование, получающих *первичную* (снимаемую непосредственно с измерительного устройства) информацию, называют *операторами* либо *тестирующими* (тестирующими называют иногда и тех, кто преобразует информацию или организует тестирование, либо тех, по чьему заказу тестируют). Их умение и добросовестность во многом определяют результаты, а значит и спортивно-педагогические или медицинские выводы. Оператор и интерпретатор результатов должны быть достаточно подготов-

ленными и добросовестными. Тестирование должно проходить в соответствии с хорошо регламентированной, алгоритмизированной и стандартизированной процедурой, то есть в соответствии с установленной *схемой* тестирования – *тестом*.

Тест – процедура пробы или измерения, задание или система заданий, выполнение которых (*тестирование*) позволяет определить уровень *состояния, свойства, функции* объекта. Это *схема тестирования*, достаточно подробная, что позволяет, руководствуясь ею, правильно проводить тестирование, получая *воспроизводимые и сопоставимые* результаты (результаты разных людей или одного и того же человека). Содержание теста в основном определяет оправданность и эффективность его применения в каждом конкретном случае.

Пакет тестов – совокупность тестов, намеченных к применению в течение оговоренного промежутка времени.

Батарея тестов – пакет тестов, реализация которых проводится как некоторое единое мероприятие обычно за короткое время, причем результаты реализации всех тестов интегрируются по определенным правилам в общую оценку (другое понимание: это то же самое, что комплекс тестов).

Комплекс тестов – совокупность тестов, реализация которых позволяет определить интересующие нас свойства изучаемого (контролируемого) объекта.

Результаты тестирования – количественно или качественно выраженные значения параметров объекта, полученные в ходе измерений и проб.

Эффективность тестирования определяется в основном тем, каковы сами по себе тест, комплекс или батарея тестов и как проводится тестирование. Эти факторы достаточно сложны по структуре, и их целесообразно рассмотреть более подробно.

11.2. Критериальные требования к тестам

Так как результаты тестирования разных людей, как и одного и того же человека в разное время, необходимо сравнивать между собой и с установленными унифицированными нормативными значениями (или принятыми за некоторую веху, например – с так называемыми модельными характеристиками), тесты должны удовлетворять определенным критериям, отвечать ряду требований. Основные из

них обязательны, то есть они критерии того, можно ли данную схему пробы, испытания или измерения считать тестом, они отображены блок-схемой на рис.11.1. Схема процедуры тестирования обязательно должна отвечать критериальным требованиям. Если они не выполнены, нельзя полноценно использовать результаты.



Рис. 11.1. Характеристики тестов, являющиеся критериальными требованиями к ним

Блоками первого «ветвления» перечислены критерии (а значит требования) к тестам, они приведены (слева направо) по их значимости, но все они обязательны. Второе «ветвление» в общих чертах раскрывает состав (содержание) этих критериев.

Тестирование направлено на выявление уровней (лучше выраженных количественными значениями, но часто достаточно и качественных определений) факторов, так или иначе определяющих двигательные возможности человека. Содержание тестов должно быть строго подчинено задаче получения нужной нам достоверной информации конкретного характера.

Первая ветвь – информативность, именно в ней смысл тестирования: если тест неинформативен, вообще нет смысла его применять. Ведь тестирование проводится для того, чтобы получить объективную и достаточно точную нужную (об определенном свойстве объекта) информацию об объекте тестирования. Если же полученная информация, пусть даже в чем-то полезная, но не для того, что нас интересует, она нам в данный момент не нужна, не для нее тестируем. Однако следует иметь в виду, что определить степень информативно-

сти бывает непросто. Обычно стараются не придумывать новые тесты, а пользоваться теми, которые авторитетными источниками рекомендуются в качестве информативных для определения интересующих нас свойств тестируемого объекта.

Информативность теста – мера того, насколько точно использование этого теста позволяет определить *именно интересующее нас* свойство, изучаемый признак, функцию объекта.

Меру информативности теста можно весьма приблизительно определить, опираясь на теоретические соображения, логические умозаключения, правдоподобные интуитивные представления, аналогии (получим оценку, называемую *логической информативностью*). Но можно прямо или косвенно определить *корреляцию* результатов применения этого теста с данными об интересующем нас факторе, полученными эмпирическим (опытным) путем (так получим *эмпирическую информативность*).

Таким образом, термином «информативность» принято обозначать как бы *целевую* (ориентированную на конкретную цель) информативность: тест считается неинформативным, если его применение не позволяет с достаточной степенью объективности определить именно то свойство, которое нас интересует (пусть даже хорошо позволяет определять какие-то другие, не анализируемые нами в данном случае свойства). Рассматривая информативность теста, нужно иметь в виду: 1) что именно можно определить тестированием? 2) меру точности этого определения.

Следует различать *диагностическую* и *прогностическую* информативность теста, а следовательно, и самого теста. Диагностическая информативность теста позволяет в результате тестирования достаточно убедительно (соответственно мере информативности) определить интересующие нас свойства, особенности, признаки, функциональные возможности объекта на данный момент и в данных условиях. А прогностическая информативность – получить прогноз относительно возможности и степени легкости достижения нужного развития интересующих нас свойств, особенностей, признаков, функциональных возможностей.

Нельзя упускать из виду, что информативность теста различна не только в отношении к определению различных свойств, признаков, возможностей объекта, но и относительно различных контингентов, в том числе различающихся по своему спортивному уровню. Часто для спортсменов высокого уровня информативность много меньше.

Если логическая информативность (то есть результат определения предположительной информативности путем логических умозаключений) определяется без всяких расчетов, чаще всего правдоподобными рассуждениями, то эмпирическую информативность определяют вычислением коэффициента корреляции в случае, если для этого существует один критерий (например, спортивный результат), и с использованием факторного анализа либо вычислением множественного коэффициента корреляции, если критериев 2 или больше.

Вторая ветвь схемы – стандартность теста. Это характеристика (мера) его регламентированности – того, насколько подробно и однозначно в нем описаны детали тестирования и порядок их следования, что позволяет делать процедуру однообразной, одинаковой для всех, повторяющейся, а потому результаты воспроизводимыми и сопоставляемыми. Например: сгибание и выпрямление рук в упоре лежа опорой ими (примерно на ширине плеч) о скамью высотой 20 см. Тело выпрямлено, его сгибание или прогибание запрещены. Ноги выпрямлены, сгибать их нельзя. Руки сгибать до касания скамьи областью верхней части либо середины грудной кости (грудины), затем выпрямлять полностью. Руки сгибать и разгибать с приблизительно одинаковой скоростью, равномерно, без заметных ускорений. Фиксируется «количество раз», т. е. количество полных циклов (сгибание и разгибание рук). Другой пример: измерение силы сгибателей предплечья осуществлять по такой схеме. Человек садится за стол установки таким образом, чтобы туловище было расположено вертикально, край стола упирался в грудь, плечо (по всей его длине) лежало на столе, рука согнута в локтевом суставе под углом 90° (предплечье расположено вертикально). Тыльные стороны кисти и предплечья расположены в одной плоскости («на одной прямой»), кисть не сгибать и не разгибать. Ручку динамометра, не сгибая кисть, захватить как можно глубже. «Ход» динамометра должен быть минимальным, чтобы измерение происходило при практически изометрическом режиме напряжения мышц. Напрягать их не рывком, а плавно, спокойно. Достигнув (по ощущению) максимального напряжения мышц, продолжать стараться напрячь их еще сильнее в течение 1 с.

Столь подробные описания в обоих приведенных примерах позволяют относительно однообразно (какие-то второстепенные факторы всегда остаются неучтенными) проводить измерения и потому осуществлять обоснованное сравнение их результатов между собой или с некоторыми принятыми критериальными нормами.

Если речь идет не об измерении, а о качественном оценивании – например, при оценивании технического мастерства, – то способ и условие выполнения задания должны быть тщательно и подробно описаны, чтобы можно было «справедливо» сравнивать результаты. Конечно, в таких случаях не избежать субъективности при оценивании.

Третья ветвь – система определения и оценивания первичных результатов измерения или экспертизы. Должны быть четкие правила и критерии оценивания результатов тестирования, выбраны адекватные (правильно соответствующие) шкалы и единицы измерения и оценивания, должна быть возможность по шкале измерительного прибора с нужной точностью определить значение измеренной величины. Система должна включать единицу измерения, шкалу измерений нужного типа, систему граничных (критических, нормативных) точек, желательно и шкалу оценивания (см. гл. 9). В случае отсутствия четкой системы определения результата тестирования нельзя оценить его результаты, делать какие-либо выводы.

Четвертая ветвь – надежность теста: характеристика вероятности того, что зафиксированный результат ретеста (повторного тестирования; более корректным представляется термин «ретестирование») будет близок к результату предшествующего тестирования, если в обоих случаях тестируется один и тот же объект, и его состояние практически одинаково как и условия тестирования, а это обычно достижимо в тех случаях, когда тестирование и ретестирование разделены небольшим временным интервалом.

Надежность теста определяется двумя составляющими: стабильностью и согласованностью. *Согласованность* теста (нужно отличать ее от согласованности тестирования) – это характеристика степени его независимости от целевых (связанных с проведением тестирования именно по данному тесту) особенностей оператора. Так, оговорив в тесте применение электронных старта и финиша, мы избавляемся при испытании спринтерским бегом от ошибок секундометристов, т.е. делаем тест более согласованным. Заменяв стрелочный индикатор записью данных прямого измерения на пленке, мы повышаем согласованность теста. *Стабильность* теста – это характеристика повторяемости результатов тестирования («ретестирования») при неизменных внешних условиях, состоянии объекта и операторе. Так, хорошо регламентированное подтягивание или прыжок в длину с места (при условии наличия нескольких попыток) – довольно стабильные тесты, а броски в кольцо (10 попыток) с расстояния 6 - 8 м (тем более с боль-

шего расстояния) – тест малостабильный даже для «снайперов». Дело в свойствах самого выбранного задания, искусство тестируемого при определении стабильности теста не учитывается. Если тест предусматривает повторение тестового действия несколько раз, надежность этого теста можно повысить увеличением числа повторений при сохранении внешних условий и состояния тестируемого.

Пятая ветвь – пригодность теста. В этой характеристике 3 составляющих. 1) *Соответствие контингенту тестируемых:* тестовое задание должно быть для этого контингента выполнимым, а если оно требует спортивно-технических умений, то по своему характеру должно соответствовать привычной двигательной активности тестируемых. 2) *Техническая простота функциональных тестов:* если речь о тестировании функциональных возможностей человека, задание должно быть технически и координационно предельно простым, чтобы тестируемые могли сосредоточиться на достижении предельного результата, не отвлекаясь на преодоление координационных трудностей. 3) *Современность:* тестовые задания должны быть «созвучны» современному состоянию спорта, не должны базироваться на устаревших упражнениях и устаревшем типе инвентаря, поскольку в этом случае они будут неверно характеризовать тестируемого.

11.3. Типы и разновидности тестов

На рис. 11.2 показаны типы, модальности и разновидности тестов.

1-й вариант деления (вверху слева). *Гомогенный* тест – тест, результаты применения которого существенно зависят только от одного фактора, *гетерогенный* – если результаты его применения *существенно* зависят от 2 или более факторов (несущественных факторов, от которых тоже, хотя и в небольшой степени, зависит результат, всегда несколько). В обоих случаях нужно определить, какую долю результата, определяемую тем или иным фактором, считать существенной.

2-й вариант деления (вверху справа). *Диагностический* тест – тест, результаты применения которого позволяют определить (диагностировать) оперативное состояние объекта, не претендуя на прогнозирование его развития. *Прогностический* тест позволяет по данным его применения строить прогноз развития объекта тестирования.

3-й вариант деления (внизу). *Моторные* (двигательные) тесты в схеме представлены 4 видами. К *экстремальным* (или *максимальным*)

тестам относят те, применение которых требует предельных усилий, работы «до отказа». Вообще говоря, к экстремальным следовало бы отнести и те тесты, реализация которых ведет к минимальным результатам¹². К *нормативным* – те, которыми проверяется лишь способность испытуемого показать некоторый нормативный результат. Применение *пороговых* тестов позволяет сенсорно определить или двигательно обозначить минимальные параметры двигательной активности (сила, скорость, ускорение, изменение позы), различаемые испытуемым. *Квалиметрические* тесты не связаны с измерениями, их применением определяют качественные характеристики (например, техническую подготовленность, пластичность, экспрессивность, скупую выразительность движений и т. п.) тестируемого, представляя их в форме количественных показателей (в очках, баллах) посредством квалиметрических процедур. Квалиметрическое тестирование широко применяется в практике спорта.



Рис. 11.2. Классификация тестов: 3 деления по разным признакам

Моторно-биологические тесты также можно объединить в 3 группы. *Экстремальные* тесты основаны на определении биологических (физиологических, биохимических) сдвигов относительно индивидуальной нормы в относительном покое, являющихся результатом некоторой предельной нагрузки (либо полного покоя). Сущность *стандартных* тестов в том, что испытуемый выполняет строго определен-

¹² Экстремум – это не только наибольшее, но и наименьшее значение.

ную (стандартную) моторную (двигательную, физическую) нагрузку, а фиксируются вызванные этим физиологические или биохимические сдвиги. Возможен другой вариант: задается величина физиологического сдвига и определяется мощность работы, при которой поддерживается заданная величина сдвига. *Пороговыми* тестами определяются пороговые значения моторных (двигательных) проявлений, вызывающие минимальные биологические сдвиги.

Биологические тесты можно разделить на 4 группы. *Анатомические* тесты (в их состав входят и гистологические) представляют собой способы определения параметров тела человека и его состава. Применением *физиологических* тестов определяются индивидуальные уровень и особенности функционирования органов, систем и тканей тела, общая работоспособность человека, колебания его функционального состояния. *Биохимические* тесты позволяют определить значения биохимических характеристик организма, указывающих на то или иное его состояние. *Электрические* тесты предназначены для измерения электрических потенциалов скелетных мышц, сердца, мозга, сосудов, рефлексогенных точек, а также для измерения электрического сопротивления нужных фрагментов тела.

Моторно-психологические тесты. *Экстремальными* тестами определяются психологические сдвиги в ответ на экстремальную (предельно высокую или предельно низкую) двигательную активность. При выполнении *стандартных* тестов фиксируются психологические сдвиги в ответ на стандартную нагрузку. *Пороговыми* тестами определяются минимальные двигательные проявления, вызывающие изменения психологических показателей.

Психологические тесты. *Корректирующие* тесты относятся к табличным: в предложенном тексте производятся поправки, зачеркивания определенных символов, подчеркивание ошибок и т. п. *Эйдетические* тесты основаны на возникновении и отображении образов, косвенно характеризующих состояние, мотивацию, установки испытуемого. Выполнение *задачных* тестов состоит в решении задач обычно за ограниченное время. *Опросные* тесты состоят из вопросов, на которые нужно давать оцениваемые ответы. Время на ответы может быть ограничено для каждого ответа или для всей их совокупности либо не ограничено. *Социометрическими* тестами определяют «психологический климат» в исследуемой группе, позиции ее членов, связи между ними. *Тремометрическими* тестами определяют состояние человека по частоте и амплитуде тремора, чаще всего его конечностей, но

можно исследовать и тремор головы или флуктуации (мелкие нецелые колебания основной измеряемой величины) опорных реакций при сохранении устойчивости своего тела. *Реакциометрические* тесты применяют для определения быстроты простых и сложных реакций на различного типа раздражители.

По характеру применения тесты и их совокупности можно подразделить на:

- *разовые*, применяемые один раз, без расчета на повторение через какое-то время;

- *одиночные*, применяемые не обязательно однократно, но вне связи с другими тестами;

- *сквозные*, применяемые регулярно, одиночно или в составе системы тестов;

- *пакеты (группы) тестов*: каждый пакет – совокупность тестов, применяемых как система, тестирование по всем этим тестам проводится как единое мероприятие;

- *комплексы (комплекты) тестов*: каждый комплекс есть некоторая совокупность тестов, тестирование по которым должно дать всю интересующую нас на данный момент информацию;

- *батареи тестов*: каждая батарея либо то же, что комплекс тестов, либо комплекс тестов, результаты тестирования по которому определенным образом сводятся в единую оценку.

И пакеты тестов, и комплексы тестов, и батареи тестов могут быть *гомогенными* (направленными на определение одного признака или качества либо нескольких «близкородственных» признаков или качеств), но могут быть и *гетерогенными* (направленными на определение различных признаков или качеств). Гомогенные составляются в основном из *эквивалентных* тестов (т. е. тестов, направленных на определение одного и того же признака или качества и потому применение которых дает однородные и близкие результаты). Гетерогенные же составляются из разнородных тестов, стараются эквивалентные тесты не включать или включать в минимальном количестве, чтобы не сделать пакет (комплекс, батарею) тестов слишком громоздким: ведь тестирование требует расхода сил и времени.

В ходе этапного контроля, который проводят в конце каждого этапа тренировочного процесса, применяют большие батареи или комплексы тестов, в ходе текущего контроля тестирование целесообразно проводить периодически, применяя единичные тесты, а если комплексы или батареи тестов, то небольшие – состоящие не более чем из 4–6 тестов.

11.4. Тестирование

Тестирование в узком понимании этого термина состоит в выполнении всех предписаний теста. В более широком понимании (речь пойдет о нем) за этим термином стоит вся организационно-педагогическая работа по проведению тестирования, а она нередко трудоемка и играет очень большую роль в процессе тестирования. Если ее не провести, данные тестирования могут быть неверными.

Можно классифицировать тестирование по его направленности в общих чертах и по его временной ориентации (рис. 11.3 и 11.4):



Рис. 11.3. Направленность тестов



Рис. 11.4. Классификация тестирования по его временной ориентации

Не только зафиксированные в процессе тестирования (возможно, с погрешностью), но и *истинные* (предполагающие безупречность самого измерения) результаты тестирования существенно зависят от того, как организовано и проводится тестирование.

Поэтому при его организации и проведении нужно для получения достоверных результатов соблюдать определенные правила, которые можно проиллюстрировать схемой на рис. 11.5.

Проведение тестирования может мешать занимающимся других групп, нужно минимизировать этот конфликт. Помимо этого, проведение тестирования требует самодисциплины тестируемых и дисциплинирующих воздействий на них со стороны организаторов. Дисциплина и добросовестность нужны и от тестирующих, иначе процесс проходит недостаточно организованно, неритмично, что отражается на достоверности полученных результатов.

Подбирая тесты, нужно четко определить общую цель тестирования, а также частные его задачи – для каждого теста и для пакета (батареи) из нескольких тестов (рис. 11.6). К вопросам организации тес-

тирования относятся также хранение нужной аппаратуры, содержание ее в работоспособном состоянии, настройка, предварительное разогревание в рабочем режиме, чтобы стабилизировать ее работу, размещение в рабочем положении, целесообразное для проведения тестирования. По завершении тестирования оборудование нужно убрать на хранение, предварительно приведя в нужный для хорошего хранения и удобный для этого вид (размонтировать установки, сложить всё в коробки).



Рис. 11.5. Общие правила организации и проведения тестирования.
Над каждым блоком стоит его порядковый номер



Рис. 11.6. Цели и частные задачи тестирования

Очередная задача – определить (или уточнить с учетом конкретной ситуации) алгоритм тестирования: какова последовательность перехода от теста к тесту, по каким тестам можно производить измерения одновременно, разделив группу на части; как с процессом собственно тестирования сочетать проведение разминки, а если нужно – пробного тестирования; какими должны быть перерывы между процедурами тестирования для отдыха и «перестройки».

Процедура проведения тестирования требует наличия умелых операторов (умеющих обращаться с аппаратурой и производить измерения). Очень важный вопрос – обеспечение у тестируемых достаточного уровня мотивации, без чего не приходится ожидать проявления возможностей тестируемых по экстремальным тестам. При проведении максимального тестирования должна быть обеспечена возможность оказания срочной помощи, т. е. чтобы «в оперативной близости» был медицинский работник. В процедуру тестирования должны входить (применительно к моторным, моторно-биологическим и моторно-психологическим тестам): предварительная разминка, логическое и двигательное ознакомление с процедурой тестирования и, если нужно, пробное тестирование, соблюдение нужной длительности интервалов отдыха между пробами. Операторы должны быть подготовлены так, чтобы их смена практически не влияла на результаты тестирования, т.е. не снижала бы достоверность их анализа.

Фиксацию результатов тестирования нужно осуществлять так, чтобы, основываясь на них, можно было давать в достаточной мере объективные оценки, а также чтобы в дальнейшем удобно было неоднократно использовать эту информацию для сравнения и анализа динамики показателей тестируемых, что имеет помимо диагностической еще и прогностическую ценность.

Завершается тестирование (в несколько расширенном смысле этого термина) интерпретацией (истолкованием) полученной в результате тестирования информации в нужном нам направлении и формированием педагогических выводов. Это совсем не просто, требует глубокого понимания вопроса, именно на этом этапе появляются наиболее существенные заблуждения. На рис. 11.7 показаны основные требования к проведению тестирования.

Чтобы можно было в течение длительного периода сравнивать результаты тестирования, прослеживая динамику показателей, нужно проводить тестирование очень однообразно, а это неосуществимо без подробной регламентации всех связанных с тестированием процедур

и без тщательного метрологического контроля над измерительными приборами и применяемыми приспособлениями.



Рис 11.7. Требования, предъявляемые к тестированию

11.5. Направленность и содержание тестов

11.5.1. Моторные тесты

Моторные тесты наиболее употребительны в практике физического воспитания и спорта, поскольку они не требуют специального оборудования. Их можно условно разделить на 2 группы: *универсальные* и *специальные*.

Универсальные тесты. Перечислим некоторые из наиболее употребительных из них, разделив на группы по их направленности.

Оценка силовых возможностей:

- на перекладине: 1) из виса поднимание прямых ног до касания носками перекладины (кол-во раз), 2) подтягивание (кол-во раз), 3) переворот в упор;

- на полу: 1) приседания на 2 ногах (кол-во раз), 2) приседание на 1 ноге (кол-во раз), 3) сгибание и разгибание рук в упоре лежа опорой руками о пол или о скамью (кол-во раз), 4) из положения лежа на спине поднимание туловища в положение седа – возвращение в и.п. (кол-во раз);

- со штангой: 1) приседания (если вес максимальный – кг; если вес не максимальный, а заданный достаточно большой – кол-во раз), 2) выжимание стоя или лежа (аналогично предыдущему пункту);

- кистевая и становая динамометрия (кгс).

Темп повторов задавать.

Оценка статической выносливости: удержание угла в висе (с), вис на перекладине (с), положение полуприседа (бедра горизонтально, руки на пояс) (с), удержание гантели прямой рукой впереди (с).

Оценка «общей» (аэробной) выносливости: дети – бег 400 или 500 м, женщины – 800 или 1000 м, мужчины – 1000 или 3000 м (с).

Оценка подвижности в тазобедренных суставах: стоя на скамье, максимальный наклон вперед (не сгибая ног), опустить ниже пальцы рук, измерение от уровня поверхности скамьи (см).

Оценка «прыгучести»: прыжок в длину с места (см), прыжок вверх толчком двумя (см), тройной прыжок с места (см).

Оценка скоростных и скоростно-силовых возможностей: бег 20 или 30 м с низкого старта (с), бег 60 или 100 м (с), челночный бег (с), метание теннисного мяча (см), толкание набивного мяча или ядра одной или двумя руками (см), бросок набивного мяча или ядра двумя руками снизу вперед или через голову назад (см).

Оценка способности сохранять устойчивость своего тела: стойка на одной ноге, согнув другую с захватом ее рукой (с).

Оценка умения плавать: время плавания на дистанциях 25 м, 50 м, 100 м (с).

Перечисленными упражнениями тестируют *физическую подготовленность* (а отнюдь не физические качества, как часто грубо ошибочно считают). Чтобы применять эти упражнения как тесты, необходимо тщательно их регламентировать, т.е. подробно описать обязательные требования к их выполнению. В противном случае нельзя обеспечить однообразие, стандартизацию выполнения, сравнимость результатов — значит, их нельзя считать тестами.

Специальные тесты. В их основе упражнения (или их детали) спорта, в котором специализируется тестируемый. Поэтому тесты информативны применительно к такого рода упражнениям. Тест может быть направлен на выявление уровня специальной функциональной или технической подготовленности.

Специальные тесты функциональной направленности: в спортивной гимнастике — количество отжиманий из стойки на плечах в стойку на руках; в тяжелой атлетике — приседание со штангой на груди, тяга; в легкой атлетике — «многоскоки» на одной ноге; в лыжном спорте — передвижение одновременным бесшажным ходом на лыжах в некрутой подъем; в баскетболе — прыжок с доставанием баскетбольного кольца или связная серия таких прыжков; в спортивной гимнастике — время удержания «креста» на кольцах.

Специальные тесты с технической направленностью обычно представляют собой конкретные упражнения (чаще так называемые «базовые») того вида спорта, в котором функционирует тестируемый. Например: в акробатике количество переворотов назад (фляков), в художественной гимнастике количество пируэтов (поворотов на носке на 360^0), выполненных слитно. Оценивают либо качество исполне-

ния, либо его надежность, либо наибольшее количество этих упражнений, которые в состоянии выполнить испытуемый в одной серии.

11.5.2. Биологические тесты

К этой категории относятся анатомические, физиологические, биохимические и медицинские тесты.

Анатомические тесты: антропометрические и гистологические, дерматоглифические (анализ кожных узоров) и иридодиагностические (анализ радужной оболочки глаза). Антропометрические тесты широко известны, и нет надобности их описывать. Гистологические тесты обычно связаны с биопсией, то есть экстирпацией (изъятием) специальной иглой 10–15 мг мышечной ткани с последующей микроскопией (например для определения композиции мышцы, т. е. процентного содержания разных типов волокон).

Физиологические тесты: 1) связанные с измерением биопотенциалов (скелетных мышц, сердечной мышцы, рефлексогенных точек), разности потенциалов между выбранными точками на коже или внутри тела; 2) связанные с измерением реакций на различные раздражители; 3) связанные с измерением параметров работы анализаторов (КЧСМ – определение критической частоты световых мельканий; измерение нистагма, перераспределения тонического напряжения скелетных мышц, нарушения координации движений, устойчивости тела и других проявлений раздражения различных анализаторов; измерение абсолютных и дифференциальных порогов чувствительности анализаторов); 4) связанные с газоанализом выдыхаемого воздуха.

Биохимические и медицинские тесты. Их вряд ли стоит здесь рассматривать, поскольку в их проведении тренеры не участвуют.

Психологические тесты. Это тесты, во-первых, для определения психических особенностей и состояния человека. Используются некоторые тесты, уже отмеченные в перечне физиологических тестов: измерение КЧСМ, транскожного сопротивления, тесты для определения состояния анализаторов, быстроты реакций, но кроме них широко применяются опросные и табличные тесты, а также ассоциативные и эйдетические (связанные с образным мышлением) тесты.

Важную роль играют *моторно-биологические и моторно-психологические тесты*, сущность которых в том, что определяют изменения физиологических или соответственно психологических характеристик в связи с выполнением дозированных двигательных заданий – это так называемые *стандартные тесты*. Пример: ПВЦ₁₇₀. В стандартных тестах возможна инверсия: задается определенный

физиологический или психологический сдвиг, которого нужно достигнуть и поддерживать двигательной активностью заданного вида – таким путем узнают, какой интенсивности данного вида работу может выполнять тестируемый на таком физиологическом или соответственно психологическом сдвиге.

Могут иметь место моторно-биологические тесты, предназначенные для определения уровня координированности. Так, М. М. Синайским введено понятие «КЭЛК» (коэффициент эффективности локомоторной координации), его значение определяется как отношение значения ПВЦ₁₇₀, полученного восхождением на ступеньку (степ-тест), к полученному с применением велоэргометра. Чем КЭЛК меньше, тем уровень координации выше.

Основные понятия

Батарея тестов	Локальные двигательные возможности	Современность теста
Биологические тесты	Модальность	Согласованность теста
Валидность	Мотивированность	Согласованность тестирования
Воспроизводимость результатов тестирования	Моторно-биологич. тесты	Стабильность теста
Гетерогенный тест	Моторно-психологические тесты	Специальные тесты
Гомогенный тест	Моторные тесты	Стандартность теста
Диагностические тесты и тестирование	Надежность теста	Стандартные тесты
Интегральные двигательные возможности	Оператор	Тест
Информативность информации	Пакет тестов	Тестирование
Информативность теста	Первичная информация	Тестирующий
Квалиметрические тесты	Пригодность теста	Технология тестирования
Комплексный контроль	Прогностические тесты и тестирование	Универсальные тесты
Комплекс тестов	Психологические тесты	Целевая информативность теста
Критериальные требования к тестам	Результаты тестирования	Целевые двигательные возможности
Логическая информативность теста	Ретест	Эквивалентные тесты
	Система определения и оценивания результатов тестирования	Эмпирическая информативность теста

Контрольные вопросы

1. Что такое управление с обратной связью? Какова роль тестирования в управлении учебно-тренировочным процессом?

2. Что такое тестирование? Какие требования к нему предъявляют?
3. Что такое тест? Каковы критериальные требования к тестам?
4. Что такое информативность теста? Что такое логическая информативность и эмпирическая информативность теста?
5. Что такое диагностические и прогностические тесты и тестирование?
6. Что такое стандартность теста?
7. Что имеется в виду под заложенной в тесте системой определения результатов тестирования?
8. Что такое надежность теста? Что такое его стабильность и что такое его согласованность?
9. Что такое согласованность тестирования?
10. Каковы пути повышения надежности теста и тестирования?
11. Что понимают под пригодностью теста, каковы ее составляющие?
12. Каковы основные типы моторных тестов?
13. Каковы основные типы биологических тестов?
14. Каковы основные типы моторно-биологических тестов?
15. Каковы основные типы психологических тестов?
16. Каковы основные типы моторно-психологических тестов?
17. Что такое эквивалентные тесты? Зачем они нужны?
18. Что такое гомогенные и гетерогенные тесты?
19. Что такое пакет, комплекс, батарея тестов? Какие называют гомогенными и какие гетерогенными?

Рекомендуемая литература

1. Зациорский, В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979.
2. Спортивная метрология : учебник для ин-тов физ. культуры / под общ. ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982.
3. Годик, М. А. Спортивная метрология : учебник для ин-тов физ. культуры / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988.
4. Коренберг, В. Б. Учебный словарь-справочник по спортивной метрологии / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.
5. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. Спорт, 2004.

Глава 12. ОЦЕНИВАНИЕ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И В СПОРТЕ

12.1. Общие положения

Очень часто термином «оценка» обозначают как сам процесс оценивания, так и его результат. Путать эти понятия нельзя. Общее требование к терминам – их однозначность. Поэтому для обозначения процесса присвоения объекту оценки логично в соответствии с правилами русского языка применять термин «оценивание».

Слово «оценка» тоже может обозначать разные понятия. Здесь под этим словом будем понимать *педагогическую оценку*.

Педагогическая оценка – унифицированная мера состояния или свойств человека (группы людей) либо успешности выполнения им (ими) задания, выраженная в педагогически значимой форме (в физических или условных единицах, словесно).

Педагогическое оценивание – процесс получения педагогической оценки, построенный с учетом особенностей ситуации.

Следует различать промежуточную и итоговую оценки. *Промежуточная* – те полученные измерениями, наблюдением, логическим анализом и выраженные в количественной (в очках, баллах, в условных единицах) или качественной (символически, графически, словесно) форме параметры, определение педагогического значения которых позволяет дать итоговую оценку. Промежуточную оценку, выражаемую очками, баллами, условными единицами, получают с применением тех или иных *шкал оценок (оценочных шкал)*, которым посвящен раздел 12.3. Эти шкалы строят с учетом конкретных целей и требований педагогического процесса, и прежде всего критериев справедливости и эффективности (см. раздел 12.2).

Итоговая оценка должна преследовать и отражать педагогические цели, должна быть ориентирована на них. Здесь рассмотрена схема процесса тестирования (рис. 12.1), но схема в принципе такая же и при наблюдении (на тренировке, на соревнованиях, в лабораторных

условиях) или обследовании контрольными заданиями. Иногда отдельные показанные на схеме этапы могут быть пропущены.



Рис 12.1. Этапы оценивания на базе тестирования

Получение итоговой оценки на основе промежуточной связано с использованием норм и нормативов (сравнением с ними) и путем логического осмысления педагогической значимости итогового результата в конкретной ситуации. Итоговую оценку можно выразить словесно («удовлетворительно», «отлично», «превосходно», «здорово!», «не годится», «очень плохо» и т. п.) или символом, условно отображающим ее педагогическое содержание (скажем, 0, 3, 5, 10, !, +, –, ?,).

По своей направленности следует различать оценки состояния, учебные оценки, квалификационные оценки. *Оценки состояния* характеризуют человека или группы людей с точки зрения физиологического или психологического состояния организма, телосложения, двигательной подготовленности, спортивной формы, утомления.

Учебные оценки характеризуют меру успешности выполнения заданий (тестовых, тренировочных, соревновательных), опять-таки уровень подготовленности, знания. *Квалификационные оценки* направлены на определение статуса человека: присвоение разряда, звания, зачисление в команду на конкретные соревнования или в состав сборной команды, перевод на следующий год обучения.

Почти всегда формирование педагогической оценки сопряжено со значительной долей субъективного. Применение теста, задача которого максимально возможно объективизировать процесс оценивания, лишь иногда сводит элемент субъективности к незначительной величине. Поэтому в большинстве случаев, во-первых, необходимо хотя бы приблизительно определять сравнительную долю объективного и субъективного в процессе оценивания, а во-вторых – постараться, чтобы и субъективный компонент как можно лучше отображал реальность, действительную сущность оцениваемого объекта (вещественного объекта, материального или информационного процесса). У опытных специалистов субъективные, интуитивные представления и восприятия часто лишь незначительно отличаются от полученных объективными методами.

Оцениванием решают (главным образом) 4 вида задач.

1. Сопоставление достижений в выполнении одинаковых заданий разными людьми или одним человеком в нескольких попытках. Этими заданиями могут быть выполнение упражнения на соревнованиях или на тренировке, тестового задания, решение тактической задачи.

2. Сопоставление достижений в разных заданиях с целью выявления характера подготовленности спортсмена или сравнительной трудности этих заданий.

3. Сопоставление достижений в заданиях разного типа с целью сопоставления соответствующих норм (нормативов), таблиц очков для многоборий. Например, в беге на 5000 и 10000 м, или прыжках в высоту и толкании ядра, или в плавании и в тяжелой атлетике.

4. Формирование норм, таблиц очков (баллов), таблиц трудности.

Конечно, решение этих задач далеко не всегда достигается легко и, тем более, достоверно. Поэтому нормы, нормативы, таблицы очков (баллов), критерии всегда в существенной мере условны, сравнение результатов – тоже: всегда существуют неучтенные факторы, порой оказывающие заметное влияние на результат.

12.2. Факторы и критерии, определяющие педагогическое оценивание

12.2.1. Факторы, влияющие на формирование педагогической оценки

Оценивание в физическом воспитании и спорте далеко не всегда простой и ясный процесс, нередко (если нас не удовлетворяет поверхностное, грубо приблизительное и не очень достоверное или неуместное оценивание) это трудно разрешимая проблема. Рассмотрим, какие факторы и критерии следует учитывать, проводя оценивание, а также то, как их учитывать.

При оценивании важно учесть состояние исполнителя (этап подготовки, уровень утомления, давно ли болел и какова была болезнь, эмоциональное состояние, обоснованный уровень мотивированности), условия, в которых осуществляется тестовое или спортивное двигательное задание (качество спортивного сооружения, оборудования, инвентаря; освещенность, влажность воздуха, температура воздуха или воды, ветер, течение, расположение спортсмена относительно солнца; время дня); индивидуальные особенности режима спортсмена, у женщин и циклический фактор.

К числу весомых факторов следует отнести особенности судей, поведение зрителей, психологическую атмосферу в команде, непосредственно предыдущие результаты.

Так что при выведении итоговой оценки есть над чем подумать, ошибочная оценка порой может повлечь за собой непредсказуемо серьезные отрицательные результаты.

12.2.2. Критерии педагогического оценивания

Любое педагогическое оценивание нужно проводить, руководствуясь 2 парными (требующими совместного рассмотрения) и далеко не всегда хорошо совместимыми критериями: *а) критерием справедливости и б) критерием эффективности*. Подчеркнем: эту пару критериев следует рассматривать применительно к факторам самого различного типа, соблюдая каждый раз разумный, оправданный ситуаций баланс между ними. С ними связаны и 2 другие пары критериев: 1) критерии *информативности и мотивирования*, 2) критерии *объективности и субъективности*.

Например, можно говорить о двух функциях педагогической оценки: а) *информационной (информирующей)*, б) *мотивационной (моти-*

вирующей). Обе нужно разумно сбалансировать по названным критериям, выводя оценку. Поскольку информация, даваемая справедливой (по мнению оценивающего) оценкой, конечно очень нужна, но иногда может принести не пользу, а вред. Так, далеко не всегда следует способному, но ленивому ученику ставить высокие оценки, они даются ему без труда и потому отнюдь не стимулируют его трудолюбие и настойчивость, из-за чего он будет совершенствоваться медленнее, чем мог бы. «Несправедливое» снижение оценки под благовидным предлогом (например: «хотя ты выполнил задание лучше других, но твои результаты растут медленнее, чем у других») будет стимулировать трудолюбие, такая оценка окажется эффективнее. И наоборот: занимающийся старается, но по тем или иным причинам совершенствование происходит медленнее, чем у других; низкие оценки могут отбить желание тренироваться. Нужно найти способ как-то обосновать повышение ему оценки. Такой подход к оцениванию несправедлив, но – педагогически эффективен.

Следует иметь в виду и то, что абсолютной справедливости нет и быть не может, она всегда в той или иной мере позиционна, отражает видение реальности конкретным субъектом, а значит субъективна в своей основе, отражая систему взглядов и интересы субъекта. Конечно, он может стараться отражать не свои личные взгляды, а некоторые взгляды, принятые в том контингенте, в состав которого он входит. Но ведь и эти взгляды субъективны по своей природе.

Можно применить и такой педагогический прием: тренер «для служебного пользования» вычисляет оценки, полностью отвечающие критерию справедливости, а ученикам сообщает другие оценки, соответствующие некоторому балансу критериев справедливости и эффективности. Аналогично тренер для себя использует информативную функцию оценок, а для учеников выводит другие оценки с учетом их мотивационной функции.

Непросто и со связью критериев справедливости и эффективности с критериями объективности и субъективности. Например, нередко для оптимизации психологического состояния спортсмена целесообразно оценивать ту или иную его, партнеров или противников активность, объект, ситуацию не максимально объективно, а с большей или меньшей (в зависимости от обстоятельств) долей субъективности, ориентированной на характер субъективных восприятий этих оценок спортсменом-адресатом.

Различный баланс критериев справедливости и эффективности отображается некоторыми типами оценочных шкал: пропорциональной, прогрессирующей, регрессирующей, S-образной (см. далее).

12.3. Шкалы оценивания

Шкалы оценивания (оценочные шкалы) могут быть представлены в алгебраической, графической или табличной форме, во всех трех случаях как точечные или интервальные. Если оценочная шкала отображает зависимость между двумя переменными, ее можно преобразовать из любой из этих форм в любую другую, из них выбирают ту форму, которая представляется более удобной.

Рассмотрим несколько шкал разных типов.

12.3.1. Квантильные шкалы

В зависимости от дробности деления фактора, значения которого откладываются по оси ординат, шкалы называют *квартильными* (диапазон от 0 до максимально возможного значения фактора разделен на 4 части, то есть по 25 % от возможного максимума), *децильными* (на 10 частей, по 10 % каждая), *перцентильными* (на 100 частей по 1 % каждая, *шкалами тысячных* (на 1000 частей, каждая по 0,1 % от возможного максимума). Наиболее из них употребительны перцентильные шкалы (рис. 12.2).

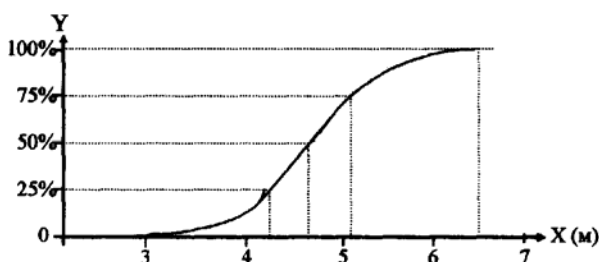


Рис. 12.2. Перцентильная шкала (на примере прыжка в длину с разбега). Каждая точка кривой показывает, сколько процентов мужчин показали результат, соответствующий абсциссе точки или меньший

Кривая на рис. 12.2 представляет собой кумуляту – кривую накопления. На рисунке показано, что результат 6,5 м не показал ни один

человек, меньший – 100 %. Результат 5,1 м и менее – 75 % обследованных, 4,6 и менее – 50 %, 4,2 и менее – 25 %, менее 3 м – никто. Таким образом, 4,6 м – результат, лучше и хуже которого показало одинаковое количество обследованных, а 50 % обследованных уложились в интервал 4,2–5,1 м. Поэтому можно считать 4,6 м «точечной» нормой среднего результата: условно говоря, выше – хорошо, ниже – плохо. А интервал 4,2–5,1 – интервальной средней нормой: уложился в эти границы – ты «в пределах нормы», то есть показал приемлемый результат, результат среднего уровня; показал результат выше 5,1 – хороший результат, выше среднего уровня; показал результат ниже 4,2 – плохо, результат ниже среднего для данного контингента уровня. Перцентильные шкалы часто используют для получения точечных или интервальных средних норм.

Квантильные шкалы чаще применяют в графической форме, поскольку пользование этими шкалами в табличной форме требует интерполяций: таблицы – дискретная, интервальная форма шкал.

12.3.2. Шкала ГЦОЛИФК, стандартные (сигмальные) шкалы

Общая особенность этих шкал в том, что в них заданы нижняя и верхняя границы.

Шкалу ГЦОЛИФК применяют обычно в виде расчетной формулы: $A = [1 - (Л.р. - П.р.) / (Л.р. - Х.р.)] \times 100$, где **A** – получаемое количество очков, Л.р. – лучший из показанных на соревнованиях или при тестировании результат, П.р. – результат, показанный рассматриваемым спортсменом или тестируемым, Х.р. – худший из показанных результатов. Если рассматриваемый результат лучший из всех, числитель дроби равен 0 и результат оценивается в 100 очков. Если рассматриваемый результат худший из всех, дробь превращается в 1 и результат оценивается в 0 очков. Остальные результаты оцениваются в интервале между 0 и 100 очков.

Шкала ГЦОЛИФК хороша для сопоставления результатов участников соревнований или тестирований, абсолютные результаты в которых несопоставимы из-за разных условий проведения (в том числе из-за различий в программе, в трассе и т. п.).

Стандартные шкалы также позволяют сравнивать результаты, полученные в разных соревнованиях или тестированиях, в абсолютном их выражении несопоставимые. Расчетная формула Z-шкалы: $Z = (x_i - \bar{x}) / \sigma$, где **Z** – количественная оценка, x_i – показанный результат, \bar{x} – сред-

нее арифметическое, σ — среднее квадратическое отклонение. Так как в нормальном распределении значения 99,7% вариант лежат в интервале $\bar{x} \pm 3\sigma$, количество очков обычно оказывается в интервале, близком к ± 3 . Чтобы избежать отрицательных значений и уменьшить в них число знаков за запятой, применяют Т-шкалу, ее расчетная формула $T = 50 - 10Z = 50 - 10(x_i - \bar{x}) / \sigma$, где T – количество очков. В этой шкале почти все результаты в очках распределяются в интервале 20÷80. Здесь 20 очков как бы подстраховывают от получения отрицательных значений.

12.3.3. Шкалы выбранных точек

Можно выбрать те или иные значения результатов, которые представляются нам значимыми и информативными, и по ним строить графические шкалы. Такова, например, пропорциональная шкала (рис. 12.3).

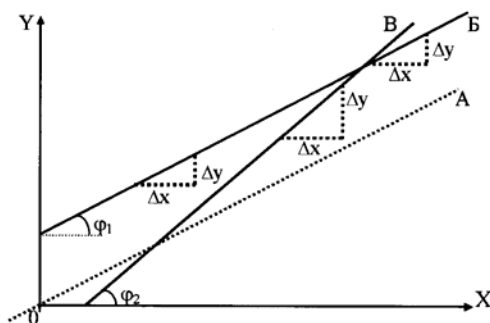


Рис. 12.3. Пропорциональные шкалы

На рис. 12.3 сплошными линиями изображены 2 пропорциональные шкалы, различающиеся коэффициентом пропорциональности, равном тангенсу угла наклона прямой (отношением приращения Δy к приращению Δx). Чем больше угол φ наклона прямой, тем больше очков прибавляется за одно и то же увеличение результата – это видно при сравнении прямых Б и В. Но...

Независимо от уровня рассматриваемого результата отношение приращения количества очков к приращению результата неизменно. Именно поэтому шкала названа пропорциональной.

Частный случай – прямая проходит через начало координат (пунктирная прямая А) – график прямо пропорциональной зависимости.

Только в этом частном случае количество очков пропорционально показанному результату: координата y каждой точки этой прямой прямо пропорциональна координате x этой же точки. В обычной пропорциональной шкале, еще раз подчеркнем, имеет место пропорциональность не между оценкой в очках и результатом, а между приращением оценки в очках и приращением результата.

Пропорциональные шкалы удобны в применении, их легко создать: скажем, норме III разряда поставим в соответствие 100 очков, норме мастера спорта – 1000 очков. Через эти 2 точки в системе координат проведем прямую – получаем нужную шкалу. Выбор точек определяет крутизну шкалы, то есть абсолютную величину оценок, что важно, если нужно согласовываться со шкалами оценивания признака другого вида, но на соотношения оценок, полученных по данной шкале, влияет незначительно.

Однако этой шкале свойствен недостаток с позиций критерия справедливости: ведь понятно, что чем выше достигнутый уровень результатов, тем труднее его повысить. Так, при уровне результатов 4–4,5 м в прыжках в длину с разбега легко научиться прыгать на 20 см дальше. Но те же 20 см прибавить на уровне 7,5–8 м гораздо труднее, всей оставшейся спортивной жизни может не хватить. Поэтому несправедливо в приведенных 2 случаях награждать такое повышение результата одинаковым повышением оценки. Более справедлива прогрессирующая шкала (рис. 12.4, шкала А).

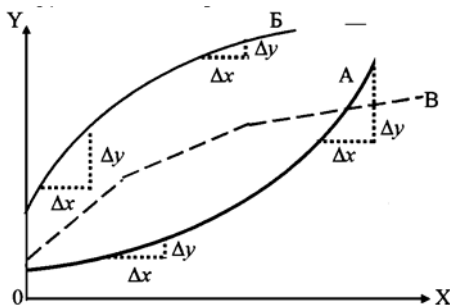


Рис. 12.4. Прогрессирующая (А) и регрессирующие (Б и В) шкалы

Другой пример: массовые соревнования, скажем, соревнования по кроссу на первенство города или района среди общеобразовательных школ. Задача – проверить уровень массовой физкультурной работы в каждой школе, а для этого отдельные высокие результаты хороших

спортсменов, зачастую и тренирующихся не в своей школе, не показательны, они не характеризуют, а скорее, искажают общую картину. В таком случае целесообразно использовать регрессирующую шкалу оценивания (рис. 12.4, шкала Б): чем выше уровень показанного результата, тем меньше очков прибавляется за одно и то же его приращение (изменение). И ее строят по 3–4 точкам.

Прогрессирующая шкала: чем выше уровень результата (x), тем больше отношение ($\Delta y / \Delta x$) приращения (прибавки) в очках (Δy) к приращению (улучшению) результата (Δx), которому оно соответствует, то есть это отношение прогрессирует, возрастает с ростом уровня результата. Однако, чтобы прогрессирование было справедливым, не слишком медленным и не слишком большим, нужно обоснованно подобрать не менее 3–4 точек и, пользуясь лекалом, прочертить через них кривую.

Регрессирующая шкала: чем выше уровень результата (x), тем меньше отношение причитающегося за это приращения в очках (Δy) к приращению результата (Δx), то есть отношение ($\Delta y / \Delta x$) с увеличением уровня результата регрессирует. Это повышает значимость различия результатов низкого уровня.

Регрессирующие шкалы нередко строят для многоборий, чтобы одним-двумя результатами нельзя было легко компенсировать плохие результаты в других видах. Такая шкала может иметь форму не кривой, а ломаной линии (рис. 12.4, шкала В). По шкале именно этого типа подсчитываются, например, результаты комплексного (3 упражнения разной функциональной направленности) теста для определения физической подготовленности школьников, предложенного Научно-исследовательским институтом информационных технологий Московской государственной академии физической культуры.

Иногда применяют S-образную шкалу, по виду похожую на кумуляту. Но это не кумулята, не кривая накопления. В соответствии с такой шкалой одинаковому приращению результата при очень малых его значениях соответствует очень малое, но по мере роста результата прогрессирующее приращение в очках, затем наивысшее значение отношения $\Delta y / \Delta x$ при средних значениях результата, сохраняясь почти неизменно высоким (в средней части кривой), затем регрессирует (уменьшается) в зоне высоких результатов. Эффективность этой шкалы в том, что она поощряет стремление у людей со средним уровнем результатов повысить свои результаты, препятствует набору очков людям с низкими результатами, поощряя их желание перейти на

средний уровень, и не дает получить слишком большое количество очков людям с высоким уровнем результатов. Такой шкалой пользуются в некоторых странах для подсчета учебного рейтинга (в очках) студентов, и в этом случае это производится уже в рамках квалиметрии (см. разд. 12.4).

Шкалы, выраженные в алгебраической и графической формах, легко перевести в табличную форму, определяя значения фактора Y через равные промежутки значений фактора X . Так обычно и составляются различные таблицы очков (баллов).

Если поделить все значения фактора Y на некоторую постоянную величину (например, на среднее значение или на удовлетворяющее нас значение), получим шкалу в условных единицах.

12.4. Квалиметрическое оценивание

12.4.1. Квалиметрия

Очень часто стоит задача оценить такие признаки, качества, функции объекта, которые в принципе не поддаются объективному измерению – измерению в физических единицах – или такое измерение нам недоступно. Например, речь идет о достоинствах телосложения, эстетичности и ряде других достоинств спортивной одежды, техники СДД или ее конкретной реализации спортсменом, экспрессивности движений и т. д. Чтобы в этом случае по возможности объективизировать процесс оценивания и по возможности избежать грубых ошибок, разработаны специальные приемы, совокупность знаний о которых называют квалиметрией.

Квалиметрия – совокупность знаний о способах, методах, приемах, направленных на количественное отображение и оценивание неизмеряемых качеств, качественных (неколичественных по своей сущности) характеристик материальных объектов, их функций, результатов активности, например, внешнего вида, выразительности движений, зрелищности, техничности, агрессивности, ситуации и т. п. Можно сказать и так: знаний о количественном оценивании качественных характеристик. Квалиметрические методы широко применяют в физическом воспитании и спорте, поскольку педагогически оценивать нужно наряду с количественными, измеряемыми в физических единицах, также и качественные (содержательные, сущностные, неизмеряемые, выражаемые не в числах, а в понятиях) признаки.

Квалиметрические оценки гораздо более субъективны, чем измеряемые, поэтому одна из главных задач квалиметрического оценивания – по возможности объективизировать оценку, на что и направлены квалиметрические методы и методики.

Качественные характеристики объекта практически всегда зависят от нескольких разных признаков (факторов), обобщающая оценка часто резко отличается от оценок отдельных признаков (факторов). Более того, нередко успешное стремление добиться наивысшей оценки по отдельным факторам может привести не к повышению, а наоборот, к снижению общей оценки. Существующая между признаками связь может сказаться и в том, что улучшение одних характеристик влечет за собой ухудшение других.

Квалиметрическое оценивание в конечном счете сводится к экспертному оцениванию в той или иной его форме, в том числе осуществляемому косвенным путем — с применением экспертами установленных правил или построенных на основе разработанных экспертами правил и программ, в том числе компьютерных. Различные способы применения экспертного оценивания и обработки его первичных результатов составляют разные квалиметрические методы, которые целесообразно применять «по ситуации». Рассмотрим наиболее употребительные в физическом воспитании и спорте.

12.4.2. Метод экспертных оценок, спортивное судейство

Экспертом называют человека, хорошо знающего область оцениваемого, самостоятельного в суждениях и непредвзятого. Обычно спортивное судейство считают частным случаем метода экспертов, но это можно (хотя и с известными оговорками, о них ниже) считать справедливым только применительно к тем формам спортивного судейства, которые используют в спортивных видах гимнастики, в прыжках в воду и фигурном плавании, в фигурном катании на коньках и фристайле, в единоборствах. Другие же формы судейства целесообразно выделить в отдельный метод (основание рассмотрим ниже).

Метод экспертов. Этот метод, вообще говоря, предполагает равноправие и одинаковые функции экспертов. Подразумевается, что интересующие факторы оценивают не один, а несколько человек, в ответственных случаях – десятки, иногда в несколько этапов: например, в методике «Дельфы» (в древнегреческом городе Дельфы в храме Аполлона был знаменитый оракул) в первом туре эксперты анонимно выставляют свои оценки, координатор предъявляет все оценки экс-

пертам, и они снова анонимно выставляют оценки. Координатор и их предъявляет экспертам, после чего (3-й этап) они уже открыто выставляют окончательные оценки.

Знакомство с оценками других экспертов помогает каждому из них дважды критически взглянуть на свою оценку, и если заметит в ней понятное ему несоответствие, изменить ее. Такого рода 2–3-этапность оценивания позволяет уточнить оценки. Окончательная оценка выводится как среднее арифметическое из оценок всех участвовавших экспертов, иногда 1–2 наибольшие и 1–2 наименьшие оценки предварительно отбрасываются, чтобы избавиться от влияния на результат значительных отклонений от мнения большинства: велика вероятность, что особо «отклонившиеся» оценки ошибочны.

Поскольку речь идет о спортивном судействе в названных выше видах спорта, следует отметить, что в нем имеет место некоторое неравноправие судей и принципиальное различие в их функциях, что, вообще говоря, искажает метод экспертов.

Требования к эксперту:

1) обширные и современные знания в области оцениваемых факторов и о текущем состоянии вопроса;

2) умение оценивать рассматриваемый объект по доступной в данных условиях информации и добросовестность;

3) независимость суждений в области, определяемой задачами предстоящего оценивания;

4) толерантность к чужим мнениям;

5) не всегда, но нередко приверженность к общепринятым представлениям применительно к конкретной задаче оценивания.

Распространено мнение, что компетентность эксперта определяется близостью его оценок к среднегрупповой, однако с ним нельзя согласиться. Другое дело, что, как отмечено в п. 5, нередко желательна согласованность оценок, пусть даже с некоторым ущербом для их точности. Компетентность эксперта можно определять по результатам решения им специальных тестовых задач, но и здесь следует иметь в виду, что тесты и должные ответы разработаны тоже экспертами и потому в той или иной мере субъективны.

Из сказанного выше следует: подбор экспертов – отнюдь не простая задача, тем более, что приходится выбирать их из доступного контингента, да и выбирающие не всегда могут справедливо оценить их компетентность и ее степень в конкретном случае.

Особый вопрос – достижение хорошей согласованности оценивания, если эта согласованность требуется (это бывает не всегда). Ко-
270

нечно, малая вариативность оценок позволяет думать, что выводимая общая оценка достаточно точна. Однако не исключена вероятность того, что согласованность есть результат некоторой общей ошибочности в представлениях, скажем, отсутствие у экспертов новой научной информации, либо их принадлежность к одной из научных школ, либо не совсем верное понимание задачи.

Согласованности стараются достигнуть проведением предварительных совещаний участвующих экспертов, предложением на их рассмотрение обязательной критериальной основы оценивания.

В физическом воспитании и спорте чаще всего желательно иметь однородную (по формируемым оценкам) группу экспертов, в том числе экспертов-спортивных судей, поскольку разнородной в оценках может вызвать возникновение конфликтных ситуаций. Согласованность заключений экспертов, то есть степень близости их оценок между собой, характеризуется коэффициентом конкордации:

$$W = 12 \sum (\sum R_{ij} - \sum R_{cp})^2 / m^2(n^2 - n),$$

где R_{ij} – ранг каждого объекта оценивания по определению одного из экспертов, $\sum R_{cp}$ – средняя сумма рангов всех объектов, присвоенных всеми экспертами, m – количество экспертов, n – количество оцениваемых объектов.

Конечно, проведение экспертизы должно быть хорошо организовано. Уже было сказано о подборе экспертов. Но их работу нужно организовать, обеспечить, с одной стороны, необходимые им контакты между собой, и, с другой стороны, изоляцию их друг от друга в процессе выведения каждым своей оценки. Необходимо разработать и довести до экспертов программу оценивания, систему критериев и шкал, которые в данном случае должны быть применены.

Организация экспертизы заключается также – притом далеко не в последнюю очередь – в организации объектов оценивания: их сосредоточения в нужное время в нужном месте, обеспечения нормального их функционирования (условий, мотивации, предваряющей подготовки, информированности о задачах и организации экспертизы) и информативного предъявления (демонстрации) экспертам.

При статистической обработке оценки, выведенные каждым экспертом, рассматриваются как случайные величины.

Единоличная экспертиза. Конечно, оценку может выводить и один эксперт единолично, но это резко повышает уровень субъективности, а потому и вероятной неточности полученной оценки, она порой мо-

жет оказаться весьма грубо ошибочной. Часто различные стороны объекта рассмотрения (материального объекта, процесса, результата функции объекта) оценивают разные эксперты. Потом приходится эти оценки как-то интегрировать, придумывая специальные правила и коэффициенты – неизбежно субъективные. Между тем от них в значительной мере зависит суммарная оценка каждого объекта и соотношение суммарных оценок сравниваемых объектов, что немаловажно в сфере физического воспитания и особенно спорта.

Поэтому, можно полагать, стоило бы считать единоличную экспертизу отдельным методом. Отмеченные здесь особенности единоличной экспертизы типичны для спортивного судейства.

Содержательные и технологические формы оценивания. Экспертные оценки могут различаться по форме и по технологии их выведения. Выбор формы и технологии определяют целью и условиями.

1. Непосредственное количественное оценивание объектов (субстратных компонентов или функционального состояния, функции, некоторого протекающего либо предполагаемого процесса или его результатов) по заданной шкале (шкалам) для отнесения к той или иной группе в соответствии с заданной градацией либо с определением рангов в соответствующей совокупности объектов.

2. Простое ранжирование: определяются только порядковые места объектов в порядке «от лучшего к худшему» по оцениваемым признакам, причем без количественного определения оценок.

3. Ранжирование (расположение «от лучшего к худшему») попарным сравнением (сопоставлением) объектов. Достоинство метода попарных сравнений в снижении по сравнению с простым ранжированием порога различения (то есть выше разрешающая способность, точность различения) благодаря применению прямого сравнения двух объектов, но процесс этот трудоемок: так, при 30 объектах приходится провести 435 сравнений, а при 50 – 1225 (по формуле $[n-1] \times n / 2$). Поэтому при большом количестве оцениваемых объектов его обычно не применяют. А при 10–20 объектах число сравнений соответственно всего 45–190, и это зачастую вполне приемлемо.

Можно составить матрицу подсчета предпочтений (лучший в паре 1, худший 0). При небольшом количестве оцениваемых объектов проще нарезать бумагу, каждому объекту сопоставить одну такую карточку и расположить их в ряд. Затем при каждом сравнении перекладывать карточку «победителя» вперед относительно карточки «побежденно-го» (если она была впереди, оставить ее на месте).

4. Группирование: распределение оцениваемых объектов по группам на основе содержательных различий или сходств либо на основе уровня или наличия оцениваемых свойств (характеристик). Технологически экспертиза может иметь форму опроса, анкетирования, наблюдения, сравнения, обследования, анализа информации.

Метод спортивного судейства. В начале подраздела (12.4.2) перечислены виды спорта, судейство в которых, хотя и с некоторыми оговорками, осуществляют в соответствии с методом экспертов. Судейство в легкой атлетике, плавании, тяжелой атлетике, спортивных играх и во многих других видах спорта отличается от стандартной экспертизы уже тем, что речь не идет об обычном оценивании: основываясь, хотя в неявном виде, на оценивании, судьи, однако, выносят решения, констатируют и дают указания, то есть прямо воздействуют на участников соревнований, а не только выводят оценки. Кроме того, судейство чаще всего осуществляется единолично и судьи различаются функциями, так что оценки (констатации) разных судей одной бригады часто не связаны между собой или связаны лишь опосредствованно: один судья для вынесения своего решения использует констатацию или информацию другого. Всё же судьи – эксперты.

12.4.3. Метод опроса

Опрашиваемые по специальным вопросам должны быть в какой-то мере сведущими, но отнюдь не обязательно экспертами или специалистами высокого уровня, хотя в некоторых случаях это требуется, но тогда уже речь идет практически об экспертных оценках. Это интегральный метод, он включает 3 более узких: интервьюирования, беседы, анкетирования.

Интервьюирование. Интервьюирование осуществляется в соответствии с принятым для данного исследования вопросником: одни и те же вопросы задаются в той или иной форме всем опрашиваемым, по мере надобности обсуждаются с ними. Это позволяет подробно узнать мнения опрашиваемых и, если нужно, мотивы и причины формирования этих мнений, в том числе даже информативные нюансы. Это достоинство метода. Недостатки – привязанность к заранее заготовленному списку вопросов, большая трудоемкость, не позволяющая опросить в короткое время многих, необходимость фиксировать интервью либо письменно, либо на магнитофоне, в последнем случае

приходится переписывать текст. Это, если можно так выразиться, «штучная работа». Важно соблюдать одинаковость содержания опроса всех интервьюируемых, желательно даже последовательности вопросов: последовательность вопросов иногда может повлиять на содержание ответов. Вместе с тем, для получения статистически достоверных выводов нужно опросить много людей.

В процессе взятия интервью можно подробно расспрашивать интервьюируемого, выявляя его мнения по интересующим интервьюера вопросам с разными нюансами, получая эти мнения в форме развернутого изложения, но можно и удовлетворяться краткими четкими унифицированными ответами или даже ответами типа «да», «нет», «не знаю» либо выраженными в форме числовых оценок. Возможен и комбинированный вариант: сначала подробный ответ на вопрос интервьюера (если нужно, включая ответы на уточняющие вопросы), а затем в виде резюме лаконичные четкие оценки.

Беседа. Беседа отличается от интервью более свободной программой, предоставлением части инициативы в определении ее содержания опрашиваемому, что позволяет выйти на новые аспекты изучаемой проблемы, существенно расширить содержательную базу оценивания. Однако материалы проведенных бесед труднее и хуже поддаются статистической обработке, чем материалы проведенных интервью, поскольку их тематическое содержание нестандартизовано. В частности, под влиянием уже проведенных бесед содержание последующих может изменяться. Тем не менее лицо, проводящее беседы, может выводить оценки обсуждаемым объектам (напомним: таким объектом может быть материальный неживой предмет, животное, человек или группа людей, процесс, его результат, информационная структура), логически связывая полученную информацию.

Анкетирование (анкетный опрос). Этот вид опроса наиболее популярен, им можно охватить за короткое время, затратив немного труда, много людей и получить материал в форме, удобной для статистической обработки, причем средствами не только описательной, но и вариационной статистики. Анкетирование не позволяет так развернуто и с такими нюансами узнать мнение опрашиваемых, как интервьюирование или беседа, зато выигрыш в трудоемкости огромен.

На вопросы анкеты можно требовать ответы в форме: 1) развернутых мотивированных оценок или утверждений, 2) кратких оценок, утверждений, пожеланий, 3) ответа «да», «нет», «не знаю», «считаю —

не считаю» и т. п., 4) оценки в баллах по требуемой в пояснении к анкете системе (5-балльной, 10-балльной, 20-балльной, 100-балльной), 5) выбора-подчеркивания одного из предложенных вариантов ответа (изложенных фразами, словами «да – нет», «есть – нет», «знаю – не знаю», «считаю – не считаю» и т. п., количественными оценками в физических величинах, очках, баллах). Наиболее прост для интервьюируемых (а это существенно влияет на их желание принять участие в опросе и снижает ошибочность ответов) 5-й вариант.

Вопросы должны быть сформулированы четко и понятно для контингента опрашиваемых, чтобы не вызывать недоумений и разночтений. Вопросы желательно в одной анкете задавать не более 10–15, и среди них не более 1–2 требующих развернутого, разъяснительного ответа – в противном случае у значительного числа анкетированных может существенно упасть желание добросовестно заполнить анкету, некоторые могут вместо высказывания своего мнения переписывать ответы у других либо отшучиваться.

В анкете 2 части: демографическая и целевая тематическая.

Демографическую составляют вопросы, направленные на установление личности анкетированного: фамилия и инициалы, пол, возраст, специальность, стаж, спортивный разряд и т. п. Это позволяет по нужной нам схеме сгруппировать анкетированных в предположении, что мнения членов этих групп по целевой тематике анкеты окажутся различными и что эти различия представляют интерес.

Вопросы целевой тематической части направлены на выяснение мнений анкетированных по интересующим нас (и в этом смысле целевым) темам, ради чего и проводится анкетирование. Желательно располагать вопросы в некоторой логической последовательности.

В этой части анкеты наряду с вопросами может содержаться предложение высказаться на предложенную самим анкетированным тему (темы), прямо или косвенно связанную (связанные) с целевой темой анкеты и не отраженную содержащимися в ней вопросами. Обычно это предложение расположено после всех вопросов.

В ряде случаев тема анкетирования (например: о той или иной оценке руководства или коллег, о своем отношении к ним, о перенесенных заболеваниях, о своих пристрастиях или взглядах на спортивные или социальные проблемы, на мотивацию своей деятельности) дает основание полагать, что опрашиваемый не захочет, чтобы была известна принадлежность именно ему содержания искреннего ответа

на вопросы анкеты (например: оценка спортсменом личностных и профессиональных качеств его тренера или подчиненным – руководителем; что именно: стремление защитить честь коллектива, высокие идеалы – скажем, защита дела мира – или материальная выгода главным образом стимулирует выступления анкетированного спортсмена). Чтобы повысить вероятность искренности ответов и тем самым достоверного выявления истинных, а не показных, мнений, проводят анонимное («закрытое») анкетирование.

При этом в анкете либо вообще отсутствует демографическая часть, либо запрашиваются только те сведения, которые в данных условиях не позволяют выявить автора ответов на вопросы конкретного экземпляра анкеты. Анкета должна быть составлена так, чтобы не нужно было писать, а достаточно подчеркнуть, обвести, перечеркнуть, поставить «галочку» или крестик. Все анкетированные должны пользоваться одной ручкой или ручками, пишущими одинаково по толщине линий и цвету чернил или пасты (в противном случае возможна идентификация по почерку, толщине линий или цвету написанного). Собирать заполненные анкеты так, чтобы анкетированный был убежден в невозможности его «вычислить», в действительной анонимности его высказываний.

Только при соблюдении этих правил можно рассчитывать на относительную достоверность полученной анкетированием конфиденциальной информации, таких сведений о себе и своем мнении, которые могут ему повредить, если станет известно, что они относятся именно к нему.

Недостатки анонимного анкетирования в невозможности после ознакомления с анкетами выяснить, чем мотивированы именно такие ответы, а также риск получить некоторую долю бездумных, шуточных или вызывающих (с целью шокировать) ответов, поскольку отвечающие не боятся ответственности за них.

12.5. Определение рейтинга

Вычисление рейтинга – метод оценивания, сущность которого в установлении расположения однородных объектов (например в одном конкретном виде спорта спортсменов либо команд) по убыванию уровня какого-то конкретного признака (качества, функции, успешно-

сти в конкурентной борьбе). Рейтинг может быть выражен числом полученных очков (баллов) либо порядковым номером.

В спорте рейтинг вычисляют по конкретной разработанной формуле, подставляя принятые количественные обозначения побед, ничьих и поражений, умноженные на присвоенные для соревнований разного уровня «весовые» коэффициенты. Победы и поражения представляют собой результат не только объективных факторов, но и субъективных оценок, да и формулы и весовые коэффициенты формируются экспертами, поэтому рейтинг в значительной мере результат экспертного оценивания и существенно субъективен. Все же использование для подсчета четких неизменных формул в какой-то мере объективизирует процесс, избавляет его от произвола.

В настоящее время рейтинг официально определяется лишь в нескольких видах спорта, однако можно думать, что этот способ официального определения положения спортсменов и спортивных команд в «табели о рангах» постепенно получит более широкое распространение, поскольку это существенно объективизирует отношение к ним и при формировании состава участников соревнований различного ранга, и при определении значимости соревнований с участием тех или иных спортсменов или спортивных команд.

12.6. Дифференциальное, интегральное, дифференциально-интегральное оценивание

12.6.1. Дифференциальное и интегральное оценивание

Нередко свойства спортсмена, выполнение им спортивного упражнения или степени целесообразности выполнения конкретного упражнения в тренировке нужно оценивать не целиком, а только некоторые их компоненты (не пытаюсь обобщить полученные оценки) или даже один из них. Например, нас может интересовать только отталкивание в прыжках в длину или в высоту с разбега, либо постановка ног на опору в завершение скачка и переход к «финальному усилию» (термин вряд ли удачный) при толкании ядра, либо «захват воды» лопастью весла и проводка в гребле, либо способ хвата при подтягивании, ширина постановки ног при приседании со штангой. Такое оценивание называют (не вполне справедливо, поскольку речь не идет о разности или о производной) дифференциальным.

Дифференциальным называют и такой вариант: отдельно оценивают все компоненты упражнения.

Интегральное оценивание. Это оценивание материального объекта, процесса, информационного объекта целиком, без анализа, то есть без мысленного разделения на части. Такое оценивание редко бывает в чистом виде, почти всегда анализ (выделение частей, компонентов), хотя бы частичный и элементарный, зачастую даже не осознаваемый, имеет место. Интегральное оценивание основано на образных восприятиях и мышлении, его широко применяют тренеры и спортсмены, так как оно: 1) в значительной мере интуитивно, не требует анализа и рассуждений и потому не отвлекает от решения других тренировочных задач и не утомляет, 2) оперативно, то есть не требует затрат времени. При достаточном опыте этот вид оценивания может быть эффективным.

12.6.2. Дифференциально-интегральный метод

Это очень эффективный метод оценивания, его суть в том, что сначала проводится анализ в достаточно «дробном» (дискретизированном) варианте с прямым или косвенным оцениванием полученных компонентов, затем по той или иной схеме полученные оценки объединяются – интегрируются в одну общую. Частные оценки можно просто суммировать без учета значимости каждого компонента, но можно эту значимость учитывать, умножая каждую частную оценку на нужный весовой коэффициент, и полученные произведения суммируются. Оценивание может производить один человек, например тренер, но можно выводить их как среднее арифметическое из оценок, предложенных несколькими специалистами, выступающими в этом случае как эксперты. Можно просто суммировать частные оценки в общую, но можно, учитывая значимость каждого из оцениваемых компонентов, умножать их на весовые коэффициенты, причем либо эти коэффициенты установлены самими оценивающими специалистами как среднее арифметическое из предложенных ими коэффициентов, либо заранее установлены другими специалистами.

Анализ объекта, то есть мысленное разделение его на компоненты, целесообразно производить построением квалиметрического древа. В качестве относительно простого примера может послужить построение квалиметрического древа преодоления барьера в легкоатлетическом беге на дистанцию 110 м с барьерами (рис. 12.5).

Конечно, блоки рисовать не обязательно, достаточно обозначить ветвления отрезками прямой. Главное – оценивать компоненты (ветви) одного и того же по счету последнего ветвления.



Рис. 12.5. Пример квалиметрического древа: оценивание конкретного преодоления спортсменом барьера в беге на 110 м с барьерами. Первая цифра у каждого блока второго ветвления – оценка по 5-балльной системе, вторая – весовой коэффициент, третья (жирная) – оценка блока. Суммарная оценка: $4+4,5+2,5+8+2+12+6+12+4,5+4+5 = 64,5$

Профили. Один из эффективных (особенно с точки зрения иллюстративности, наглядности) способов интегрировать контрольную информацию – построение так называемых *профилей*. Чаще всего применяют профили 2 типов, которые в соответствии с отображаемой информацией целесообразно обозначить как 1) профили временной динамики, 2) профили временного среза.

1. *Профиль временной динамики* (рис. 12.6). Они могут быть представлены в форме графиков в прямоугольной или в полярной системах координат. В первом случае по оси абсцисс располагают либо временную шкалу, градуированную в тех или иных единицах: неделях, месяцах, годах, мезоциклах, периодах тренировочного процесса, либо шкалу событий: соревнований, «прикидок», контрольных тестирований, начала или конца тренировочных сборов и т. п. По оси ординат располагают одну или несколько шкал, каждая из которых градуирована в результатах измерений состояния человека или в его спортивных результатах. Полученные результаты конкретного человека отмечаются точкой в соответствии с нужной шкалой на оси ор-

динат и шкалой на оси абсцисс. Если по ординате несколько шкал (соответствующих разным признакам), разные показатели обозначаются различного цвета или вида точками или значками, чтобы легко было их различать. Точки одного вида соединяют отрезками прямых – тоже разного типа или цвета.

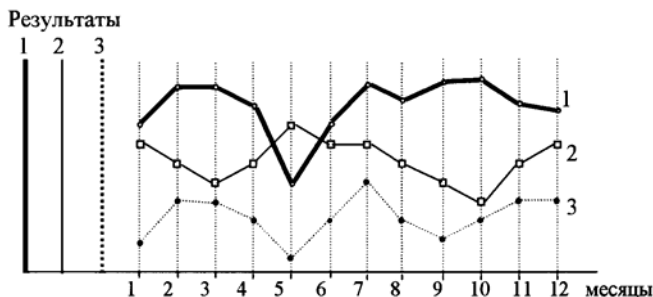


Рис. 12.6. Примерный профиль временной динамики

Целесообразно на правом конце каждой полученной ломаной линии проставить номер, соответствующий номеру шкалы. Можно шкалы показать линиями того же цвета и типа, что и соответствующие им ломаные линии. Если шкала по оси ординат одна (измеряется один показатель), разные ломаные линии могут отражать динамику этого показателя у разных людей либо у одного человека в разных состояниях: до и после нагрузки, утром и вечером и т. п.

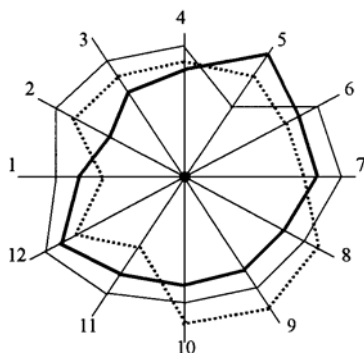


Рис. 12.7. «Круговой» профиль временной динамики

Во втором случае (рис. 12.7) профиль представляет собой круговую диаграмму с одной шкалой, продублированной на всех радиальных лучах, исходящих из одного полюса-начала отсчета значения признака. Здесь функцию временной шкалы выполняют лучи, а функцию шкалы значений отображаемого признака – одинаковые шкалы на радиальных лучах.

На рис. 12.7 лучи пронумерованы по месяцам. Показаны 3 графика разных спортсменов (по значениям одного и того же признака), видна

динамика рассматриваемого признака по месяцам (в течение года), динамики каждого наглядно сопоставимы.

2. *Профиль временного среза* (рис. 12.8). В таких профилях по оси абсцисс располагают тесты либо контрольные упражнения или измерения (на рисунке они обозначены цифрами), а по оси ординат – показанные в них результаты в унифицированных по всем этим тестам (контрольным упражнениям, измерениям) в условных единицах, очках, баллах. Разные ломаные линии (на рисунке помеченные цифрами) показывают результаты разных людей или результаты одного человека в разное время.

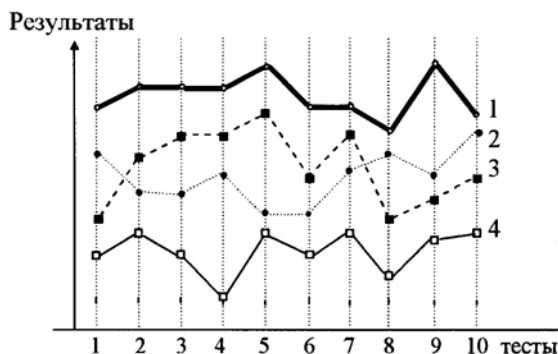


Рис. 12.8. Примерный профиль временного среза

«Круговой» профиль временного среза показан на рис. 12.9. Здесь на 8 радиальных лучах шкалы 8 разных признаков, измеренных в одно и то же (условно) время. Варианты: а) разными ломаными линиями отображены результаты разных людей, б) разными ломаными линиями отображены результаты одного и того же человека, но в разное время.

Профили позволяют в наглядной и облегчающей сравнения форме свести воедино результаты проведенных обследований. Поэтому их построение для нужд контроля над любым видом состояния или подготовленности занимающегося безусловно целесообразно.

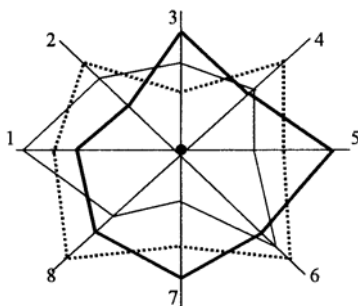


Рис. 12.9. «Круговой» профиль временного среза

12.7. Нормы

Норма (греч. в данном случае правило, образец) – установленная мера, признанная либо обязательной, либо желательной для достижения, либо ориентировочной средней величиной. Нормативы отличаются от норм рекомендательным прикладным характером и установкой их на конкретные случаи, тогда как нормы принято устанавливать надолго. Однако в практике физического воспитания и спорта понятия «норма» и «норматив» не принято различать.

Нормы и нормативы называют *должными*, если они признаны обязательными для выполнения и отклонение от них в худшую сторону сопряжено с некоторыми санкциями или к отказу в чем-то. Например, человек моложе определенного возраста не подлежит призыву по воинской обязанности. Превышение верхней границы веса своей весовой категории ведет к аннулированию факта установления рекорда в тяжелой атлетике. Спортсмен, не выполнивший перед Олимпийскими играми установленный для этих игр должный норматив в легкоатлетических прыжках, не допускается к участию в них. Только спортсмену, выполнившему норматив спортивного разряда, присваивается этот разряд, и в этом смысле разрядные нормативы являются должными.

Другой тип норм (нормативов) по их функциям – *сопоставительные* нормы. Задачи этих норм – обеспечить возможность сравнения объектов и отнесение их на этой основе к тем или иным группам. Такими нормами являются возрастные и весо-ростовые нормы, нормы моторного возраста (см., например, табл. 12.1 и рис. 12.10), нормативы физической подготовленности, разрядные нормативы (которые по своей функции могут быть не только должными, но и сопоставительными), возрастно-весовые нормы маленьких детей и др.

Таблица 12.1

Двигательный возраст мальчиков по показанным результатам в прыжке в длину с места (по В. М. Зациорскому)

Результаты, см	Двигательный возраст
130	7 лет 1 мес.
135	7 лет 6 мес.
140	8 лет ровно
145	8 лет 5мес.
150	9 лет 1мес
155	9 лет 9 мес.
160	10 лет 8 мес.
165	11 лет 8 мес.

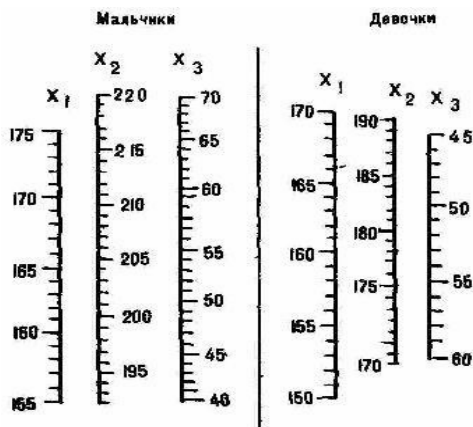


Рис. 12.10. Номограммы для определения должного результата в прыжках в длину с места 15-летних мальчиков и девочек с учетом роста и веса. Через соответствующие конкретному ребенку точки на шкалах роста x_1 и веса x_2 проводят прямую (прикладывают линейку), и точка пересечения ее шкалы результатов x_3 указывает должный результат (по И. Гавличеку с сопр.)

Третий тип нормативов по их функциям – *индивидуальные* нормативы: нормативы, которые устанавливает для себя человек (или которые рекомендуют для него другие и он их принимает). Это могут быть нормативы своего веса, своих конкретных доступных силовых или двигательных проявлений, быстроты реакции, которые он считает для себя показателями хорошего состояния.

Нормы и нормативы могут быть выражены некоторым одним значением либо одним значением для каждой категории объектов, такие нормы и нормативы логично называть *точечными*. Но нормы и нормативы могут быть выражены и диапазоном значений, интервалом: если значение характеристики объекта находится внутри интервала, объект считается по этой характеристике соответствующим норме. Такие нормы заслуживают названия *интервальных*.

Необходимо различать *средние* нормы и нормативы и «*эталонные*», или *оптимальные*. Различие принципиально, хотя часто про это забывают. Средние нормы особенно популярны в медицине и социологии, где их обычно и выдают за такие, к которым следует стремиться. В действительности это совсем не так. Средний человек – это далеко не лучший человек, в каком бы отношении его ни рассматривать – ни в плане здоровья, ни в плане телосложения, ни в плане физической

или двигательной подготовленности, ни в плане интеллектуального развития. Конечно, можно считать, что соответствие средним нормам свидетельствует о том, что с объектом «более или менее все в порядке». Но не более того.

Другое дело оптимальные («эталонные») нормы и нормативы, отражающие высокий уровень, отличное состояние. Они ориентиры: желательно добиваться, чтобы характеристики рассматриваемого объекта имели именно такие значения, которые указаны в этих нормах.

Нормы и нормативы следует строить, руководствуясь либо средними арифметическими рассматриваемого признака, полученными на достаточно больших выборочных совокупностях объектов, репрезентативных соответствующим генеральным совокупностям объектов, либо достаточно обоснованными уравнениями регрессии, либо *квантильными* шкалами (это объединяющее название *квартильной* шкалы, когда шкала на ординате разбита на 4 части, *децильной*, когда шкала на ординате разбита на 10 частей, перцентильной, когда на ординате показаны проценты, то есть в принципе 100 делений, и шкалы тысячных; чаще пользуются перцентильными шкалами). Однако нередко шкалы строят на основе эмпирических или даже конъюнктурных (подчас поверхностных) соображений, как это, например, неоднократно имело место с разрядными нормативами ЕВСК (это ярко проявилось в 50-е годы прошлого века, когда нормы были необоснованно одномоментно резко повышены).

Основные понятия

Анкетирование	стандартные (сиг- мальные)	Согласованность экспер- тизы, судейства
Анонимные анкеты	Методы оценивания:	Спортивное судейство
Весовые коэффициенты	дифференциально- интегральный	Нормы и нормативы:
Взвешенная оценка	дифференциальный	должные
Закрытое анкетирование	интегральный	индивидуальные
Квалиметрия	квалиметрического	эталонные
Квантильные шкалы	древя	интервальные
Критерии:	попарного сравнения	средние
информативности	рейтинга	точечные
мотивирования	экспертных оценок	сопоставительные
справедливости	Метод опроса:	Оценочные шкалы:
эффективности	анкетирования	выбранных точек
Шкалы оценивания:	бесед	Части анкеты:
ГЦОЛИФК	интервью	демографическая
перцентильная	Профили	целевая тематическая
прогрессирующая	Рейтинг	Эксперт
пропорциональная		Экспертные оценки
регрессирующая		
S-образная		

Контрольные вопросы

1. Что такое педагогическое оценивание?
2. В чем сущность 2 основных функций (и соответствующих критериев) педагогической оценки: информирования и мотивирования?
3. В чем сущность критериев справедливости и эффективности?
4. Какие задачи решаются оцениванием?
5. Каковы этапы оценивания? Что такое промежуточная и итоговая педагогическая оценка?
6. Чем различаются учебное и квалификационное оценивание?
7. Каково содержание и достоинства шкалы ГЦОЛИФК?
8. Какова сущность квантильных шкал?
9. В чем сущность пропорциональных, прогрессирующих и регрессирующих шкал (какое отношение определяет их названия)?
10. В чем сущность стандартных (сигмальных) шкал?
11. Что такое и зачем нужно квалитметрическое оценивание?
12. Каковы разновидности метода опроса? Каковы их сущность и различия, достоинства и недостатки?
13. В чем состоит метод экспертных оценок?
14. В чем отличие спортивного судейства от экспертизы?
15. Что дает метод попарного сравнения?
16. Что такое дифференциальный и интегральный методы оценивания?
17. Каково содержание метода дифференциально-интегрального оценивания? Каково содержание метода квалитметрического древа?

Рекомендуемая литература

Основная

1. Спортивная метрология : учебник для ин-тов физ. культ. / под общ. ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982.
2. Годик, М. А. Спортивная метрология : учебник для ин-тов физ. культ. / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988.
3. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.

Дополнительная

4. Коренберг, В. Б. Учебный словарь-справочник по спортивной метрологии / В. Б. Коренберг. – Малаховка : МГАФК, 1996.

Глава 13. КОНТРОЛЬ НАД ФИЗИЧЕСКИМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ЗАНИМАЮЩИХСЯ

13.1. Контроль над состоянием здоровья и самочувствием

Контроль над состоянием здоровья осуществляется главным образом медперсоналом, чью работу здесь обсуждать, конечно, нецелесообразно. Следует только упомянуть, что наличие медперсонала обязательно на соревнованиях и при тестировании, связанном с проявлением тестируемым максимальной выносливости или с опасностью получения травм. Регулярный медицинский контроль осуществляется при занятиях в системе физического воспитания в учебных заведениях и оздоровительных группах не реже 1 раза в год, при занятиях спортом чаще. Кроме того, в случае заболевания занимающийся получает обычное медицинское обслуживание, причем данные о перенесенном заболевании должны быть известны врачу, контролирующему рассматриваемую группу занимающихся. Тренер (преподаватель, учитель физкультуры), если он заметил признаки нездоровья занимающегося должен отстранить его от участия в тренировочном занятии (в уроке физкультуры) и направить к врачу. В свою очередь, занимающийся должен информировать тренера о состоянии своего здоровья.

Если у занимающегося травма, нередко можно разрешить ему тренироваться, но так, чтобы избежать риска усугубить ее. При некоторых хронических заболеваниях занятия оздоровительного характера и даже спортивная тренировка с необходимыми (соответственно заболеванию) ограничениями допустимы, а то и полезны.

Напряженно тренирующиеся спортсмены должны проходить регулярное углубленное комплексное медицинское обследование, что позволяет на ранних стадиях замечать намечающиеся нарушения здоровья. Следует иметь в виду, что иммунитет спортсмена, достигшего хорошей спортивной формы, несколько ослаблен, что влечет за собой предрасположенность к разного рода инфекционным заболеваниям.

Текущее и оперативное состояние занимающегося физическими упражнениями, даже вполне здорового, может существенно различаться под влиянием целого ряда факторов, разных по своей природе. Применительно к текущему (то есть достаточно длительному) состоянию это могут быть значительное переутомление, долговременно сохраняющиеся неприятности личного, служебного, учебного характера, длительное по той или иной причине недовольство собой, долговременно сохраняющиеся неблагоприятные для двигательной активности внешние условия. Применительно к оперативному (сиюминутному, кратковременно сохраняющемуся) состоянию человека – это та или иная степень утомления (общего или локального, нервно-мышечного или психического), удача, неудача, испуг, состояние сенсорных систем, состояние пищеварительной системы или системы выделения. Это могут быть и факторы внешней среды (температура и влажность воздуха, шум, неприятные высказывания или выкрики в адрес этого человека, сожаление о своих словах или действиях и др.).

Большое влияние на оперативное состояние занимающегося могут оказывать психические факторы: особенности характера, повышенная нацеленность на успех или безразличие к результатам выступления, реакция на приятные или неприятные события, возбужденное и заторможенное состояние (часто бывает перед стартом и на старте, но бывает и накануне соревнований, которые человек считает для себя ответственными), уже упомянутое психическое утомление, занятость теми или иными мыслями, особенности характера, эйфория после достигнутого успеха, депрессия после неудачного выступления или в деле личного характера и т. п. Забота о психическом состоянии занимающихся – обязанность тренера или преподавателя физического воспитания (учителя физкультуры).

Регуляция психического состояния нередко требует волевых усилий и специальных умений. Тренер (преподаватель физического воспитания, учитель физкультуры) должен внимательно следить за состоянием занимающегося (выступающего), стараться выяснить его причину, если оно неблагоприятное, и помогать нормализовать его, предлагать двигательные задания с учетом состояния занимающегося. Самое важное – научить занимающегося управлять своим состоянием: исправлять его, если плохое, предупреждать его неблагоприятные изменения, гасить отрицательные или несвоевременные чрезмерные положительные эмоции, настраивать себя на рабочий лад.

13.2. Контроль над телосложением

В понятие «телосложение» здесь включена и композиция тела (его костный, мышечный, жировой состав). Плотность тела (отношение массы тела к его объему) определяется соотношением этих компонентов. Принято определять плотность тела полным погружением его в воду с одновременным взвешиванием. Считается, что так можно точно вычислить процентное содержание жировой массы (формула Брока: % жира = $[(4,570 / \text{плотность тела}) - 4,142] \times 100$).

К сожалению, при этом соотношении мышечной и костной массы, а также объема воздуха в легких принимается за постоянную величину, что не соответствует действительности. Поэтому определение жировой массы таким непростым способом все же нельзя считать точным. Нельзя точно определить жировую массу и по толщине жировых складок. Впрочем, точное определение композиции тела вряд ли необходимо, вполне достаточно приблизительного определения, позволяющего контролировать динамику изменения жировой массы тела и приблизительное ее процентное содержание.

Заметим: определение мышечной массы (отношение массы мышц к массе тела, выражаемое обычно в %) само по себе еще не свидетельствует о силовой обеспеченности двигательной активности человека. Важно знать композицию мышц и ее локальные компоненты (различные мышцы одного и того же человека могут иметь совсем не одинаковый состав по типам волокон), расстояния мест прикрепления сухожилий мышц к костям оси сустава (это влияет на величину максимального суставного момента), локализацию мышечной массы, то есть величину мышц, обеспечивающих выполнение конкретного рода движений. Так, очень большая мышечная масса ног отрицательно (применительно к успехам в избранном виде спорта) влияет на силовые возможности гимнаста или гимнастки. Значение силы тех или иных мышц в разных видах спорта далеко не одинаково. Все вышесказанное существенно снижает информативность выявления мышечной массы, хотя определение этой величины все же немаловажно, особенно для выявления ее динамики и таким путем оценивания текущего и оперативного состояния спортсмена.

Немалый интерес представляет определение локальных отношений мышечной массы к общему весу тела, поскольку это определенным образом характеризует силовые возможности и работоспособность человека при осуществлении им двигательной активности.

13.3. Контроль над двигательными функциональными способностями

13.3.1. Концепция физических качеств и ее сущность

Концепция физических качеств была сформирована более полувека назад, в начальный период формирования теории физической культуры. В ее основу была заложена весьма плодотворная и рациональная идея оценивания моторности человека по ее «сторонам». Здесь под сторонами подразумеваются не правая и левая, передняя и задняя, внешняя и внутренняя стороны, а качественно (содержательно, принципиально, «модально») различные свойства рассматриваемого объекта. Например, покупая кроссовки, мы оцениваем их стороны: размер, их соответствие стопе, упруго-жесткие свойства, фирму как гарантию меры надежности и как меру престижности, внешний вид, цену.

Физические качества (ФК) – качественно особые базовые стороны моторности. Каждое ФК измеряется «своей» (свойственной ему) физической величиной, а значит единицы измерения разных ФК *различны*.

ФК интегральны по своему содержанию, то есть каждое из них характеризует определенную функцию не того или иного локуса (участка) организма, а соответствующую функцию всего организма в целом, по обоснованным специальным правилам обобщая его локальные характеристики.

Но хорошая идея концепции еще не обеспечивает ее совершенство. Неполнота и несовершенство концепции ФК требовали ее совершенствования. Поэтому за прошедшее время был предпринят ряд попыток пополнить и улучшить концепцию. К сожалению, их нельзя считать удачными (об этом ниже). Кроме того, имевшее место с самого создания концепции смешение понятий «физические способности» (материальные функциональные свойства организма) и «предельные двигательные возможности» (максимальный доступный, предельный уровень двигательных проявлений) не только не было преодолено, но даже стало как бы «узаконенным». А это серьезный дефект представлений, значительно снижающий эффективность использования концепции ФК (их называют также *двигательными* качествами, хотя обозначение двумя разными терминами одного и того же понятия никак нельзя считать целесообразным). Вопрос о ФК настолько важен в теоретическом и практическом планах, что заслуживает детального рассмотрения и осмысления.

Принято насчитывать 5 ФК: «сила», «быстрота», «выносливость», «гибкость», «ловкость». Малочисленность ФК, провоцируя грубо ошибочное представление о простоте структуры моторности (моторных способностей) человека, зато, казалось бы, упрощает и тем облегчает ее анализ. В действительности это не так. Такая простая модель моторности не может отражать ее действительную огромную сложность и потому не позволяет провести анализ достоверно: малое количество ФК объясняется неправомерным объединением в каждом из них (кроме разве что качества «гибкость» – да и то условно) нескольких очень разных свойств организма. Тем более, что неправомерно упрощенную концепцию, как правило, к тому же грубо вульгаризуют, измеряя и определяя на базе необоснованно упрощенных и неадекватных методик измерений¹³.

Следует заметить: определять уровни всех ФК имеет смысл разве что в специальных исследованиях, в практике же физического воспитания и спорта в этом нет надобности, достаточно выявлять отдельные из них. Обычно нужно определять предельные, градуальные и актуальные *двигательные возможности*¹⁴. Еще чаще можно удовлетвориться тестированием общей и (или) специальной *физической подготовленности* (ФП). Недопустимо подменять понятие ФП понятием ФК и наоборот.

Физическая подготовленность (ФП) человека – это характеристика его базовых общих и (или) специальных двигательных возможностей, формируемая определением и оценением параметров выполнения двигательных упражнений или проб, уровень выполнения которых, по мнению тестирующего, достаточно хорошо характеризует эти возможности тестируемого. Базовая общая ФП характеризует как бы фундамент, на котором основаны (или могут быть основаны) общие (не специализированные) двигательные возможности человека, а базовая специальная ФП – то же, но применительно к специальной спортивной или профессионально-трудовой подготовленности.

¹³ Причем это имеет место не только в физкультурно-спортивной практике, но, как ни странно, и в теоретических работах, и в учебной литературе.

¹⁴ Градуальные двигательные возможности позволяют нужным образом дозировать параметры действий (в частности, добиваться их точности). Актуальные двигательные возможности позволяют выполнять ситуативно целесообразные и координационно трудные действия.

Формирование оценки ФП необходимо как для спортивного отбора, так и для контроля над тренировочным процессом. В конечном счете, спортсмена интересуют достижение и наличие двигательных возможностей, и лишь стремясь их повысить мы обращаемся к развитию определяющих их ФК, психомоторных качеств, технической и тактической подготовке (формированию технических и тактических навыков и умений).

Вернемся к концепции ФК. Необходимо вникнуть в ее сущность и сущность отдельных ФК. В чем же их действительное содержание? Это непростой и достаточно «болезненный» (из-за десятилетиями господствовавших нечетких и прямо ошибочных представлений) вопрос.

Существующей концепцией ФК в настоящее время не пользуются из-за сложности определения их уровня и в связи с неопределенностью их в индивидуальном плане: определение ФК в нынешней трактовке – это как бы «стрельба по площадям». Однако постоянно о них упоминают: определяют ФП, неправомерно называя ее определением и развитие определением и развитием ФК.

Рассмотрим отдельные ФК.

ФК «сила». Важно сразу оговорить: термином «сила» обозначают 4 разных понятия.

1. В механике *сила* – это характеристика, реальная мера интенсивности механического действия одного тела на другое.

2. В теории физической культуры (теории физического воспитания и спорта) и в биомеханике *силой мышц* (группы мышц) человека называют также меру той предельной силы, которая может быть развита в изометрическом режиме интересующей нас мышцей (группой мышц) при механическом взаимодействии некоторой рабочей точки (небольшим участком) тела человека с другим телом при определенном суставном угле в определенном направлении. Силу взаимодействия измеряют измерительным устройством (динамометром) в этой «рабочей точке» в направлении телодвижения, определяемого рассматриваемой мышцей (группой мышц).

3. В физиологии и биомеханике *силой мышц* (группы мышц) человека называют также меру той предельной силы тяги в изометрическом режиме, которую может развить эта мышца (группа мышц) при максимально возможном произвольном напряжении. То есть, это не реально приложенная сила, а свойство мышцы (группы мышц), верхняя граница той реальной силы, которая ею может быть развита и передана сухожилием. Ее определяют либо пересчетом силы, которая

рассмотрена в п. 2, либо расчетами, опирающимися на определение физиологического поперечника и композиции этой мышцы.

4. ФК «сила» называют обобщающую характеристику функционального свойства всего организма, интегрально по определенным правилам объединяющую показатели локальных «сил основных групп мышц», полученные в соответствии с п. 2 на всех основных группах мышц в признанных основными направлениях движения. Иными словами, чтобы определить ФК «сила», нужно сначала измерить силу тех групп мышц, которые мы сочли основными: играющими главную роль в осуществлении двигательной активности. А значит, выбирать группы мышц в качестве основных нужно исходя из оценки их значения для интересующей нас двигательной активности. Помимо этого, для каждой группы мышц нужно разработать систему так называемых весовых коэффициентов, на которые умножаются результаты измерений. Сумма полученных произведений и есть количественная характеристика физического качества «сила» («взвешенная оценка»).

Но педагогический смысл (в физическом воспитании, в спорте) всегда имеет только *качественная* характеристика, основанная либо на количественной характеристике, либо на оценках, выведенных по результатам выполнения некоторой системы контрольных упражнений: «низкая», «плохая», «хорошая», «удовлетворительная», «высокая» и т. п. Качественная характеристика может иметь условный вид количественной: вместо «отлично» – 5, вместо «плохо» – 2 и т. д. Педагогический смысл приобретает только та количественная характеристика, которая переведена в итоговую – качественную.

С учетом сказанного в п. 4, должно быть понятно:

- определять уровень ФК «сила» конкретного человека по результатам 1–2 «силовых» упражнений (подтягивание в висе, сгибание и разгибание рук в упоре лежа или др.) недопустимо;

- в определении уровня ФК «сила» велика роль субъективного;

- определять уровень этого качества следует различно в работе с разными контингентами: следует выбирать, какие группы мышц (в качестве основных) в каких телодвижениях измерять, какие назначать весовые коэффициенты – исходя из конкретных характера и требований осуществляемой двигательной активности. В разных видах спорта они различны, и потому по-разному нужно выбирать в качестве основных группы мышц и направление суставных движений, по-разному назначать весовые коэффициенты, различные критериальные градации для оценивания ФК.

Но есть и еще одно обстоятельство: следует различать 2 по существу разных качества – *абсолютную* силу, которая измеряется в ньютонах (Н) или в килограммах силы (кгс), и *относительную* силу, или силу, приходящуюся на 1 кг массы тела человека (она измеряется в других единицах: Н/кг или кгс/кг). А значит, по определению, это разные физические качества. И если расположить группу людей в порядке убывания уровней качества «абсолютная сила» и качества «относительная сила», порядок расположения окажется совершенно различным. Следовательно, это 2 разных качества, а не одно. В одних видах спорта требуется высокий уровень абсолютной силы, в других – относительной.

И абсолютную, и относительную силу следует измерять динамометром только в режиме, максимально приближенном к изометрическому, поэтому «ход» динамометра должен быть минимальным: при суставном движении от его скорости зависит результат измерения (об этом свидетельствует зависимость «сила – скорость»: с увеличением скорости укорочения мышцы предельная сила уменьшается, с увеличением скорости растягивания напряженной мышцы – возрастает). И поэтому понятия «быстрая сила», «медленная сила», «динамическая сила» несостоятельны: сопоставление полученных данных возможно только при соблюдении условия: удельная скорость изменения длины мышцы (скорость изменения длины мышцы, поделенная на ее длину) должна быть одинакова. Соответствующее измерение трудноосуществимо (тем более, что обеспечивает почти любое движение не одна мышца, а группа мышц), да и вряд ли проведение такого сложного измерения имеет практический смысл.

ФК «резкость». Термины «дифференциальная сила», «взрывная сила» употребляют для обозначения быстроты нарастания напряжения мышцы. Однако старый, ныне реже применяемый термин «резкость» представляется предпочтительным. Измеряется резкость либо одним из так называемых скоростно-силовых индексов (ССИ), базовый из них $F_{пр} : t_{пр}$, где $F_{пр}$ – предельная сила мышцы (см. выше пп. 2 и 3), $t_{пр}$ – наименьшее время, за которое ее удастся достигнуть из расслабленного состояния (другие ССИ производятся из этого), либо «градиентом силы» (ГС): $F_{0,5пр} : t_{0,5пр}$, где $F_{0,5пр}$ – половина предельной изометрической силы тяги мышцы, $t_{0,5пр}$ – наименьшее время, за которое $F_{0,5пр}$ удастся достигнуть. Определение градиента силы предпоч-

тительно, так как крайне редко в спорте требуется напряжение мышц от нуля до предельного значения в преодолевающем режиме, обычно на это не хватает времени. Если же предельное напряжение развивается в уступающем режиме, скорость развития напряжения особой роли не играет. Единица измерения – Н/с или кгс / с.

Однако и тут следует различать *абсолютную* и *относительную* резкость: иногда нас интересует, как быстро *нарастает* сила тяги мышцы в абсолютном выражении, иногда быстрота *достижения* $F_{0,5пр}$. В этих случаях единицы измерения различны: Н/с или кгс/с – и Н/(с×Н) или кгс/(с×кгс), то есть 1/с. И не случайно: это разные физические качества, так как у человека с более высоким абсолютным градиентом силы относительный может быть ниже.

Следует сказать, что для разных групп мышц и абсолютная, и относительная резкость могут иметь разные значения. Поэтому и тут нужно исследовать основные группы мышц и давать полученным значениям весовые коэффициенты. Для разных спортивных контингентов при определении как абсолютной, так и относительной резкости целесообразно тестировать разные группы мышц.

Итак, логично говорить не об одном, а о 4 силовых ФК: абсолютной и относительной силе, абсолютной и относительной резкости. Что же касается «интегральной силы», то это просто плод недоразумения: импульс силы зависит не только от свойства организма, но и от применяемой техники двигательного действия, и от искусства ее реализации – от факторов, «внешних» относительно любого ФК.

ФК «быстрота». Определим, в чем состоит это качество: о нем часто и уверенно говорят, не формулируя его содержание. Чаще всего говорят: быстрота – это способность быстро (за малое время) выполнить движение (подразумевая телодвижение). Но быстрота выполнения телодвижения зависит от нескольких разных факторов: 1) от силы группы мышц, своим напряжением вызывающих это движение, 2) от момента инерции движимого звена (звеньев) тела: ведь угловое ускорение прямо пропорционально приложенному моменту силы тяги группы мышц и обратно пропорционально моменту инерции разгоняемого звена (звеньев), 3) от быстроты напряжения мышц, 4) от момента начала развития напряжения мышц, останавливающих телодвижение, 5) от размаха телодвижения: он ограничен подвижностью в

суставе (нет телодвижения, в котором можно развить скорость, равную возможной максимальной: недостаточен путь разгона).

Обычно рекомендуют определять уровень ФК «быстрота» по его «элементарным проявлениям» (но корреляция между показателями в них очень низкая, недостоверная, следовательно, они относятся к разным ФК – так какое же из них определяет быстроту?).

1. *Время предельно быстрого «свободного» движения* – то есть такого, при котором к движущемуся звену тела в направлении его движения не приложена ни разгоняющая, ни тормозящая внешняя сила. Но рассматриваемый параметр зависит от силы мышц, напряжением которых осуществляется движение, от перечисленных выше 5 факторов, которые никак не входят в одно ФК: тут и локальный компонент ФК «сила», и локальный компонент строения тела, и способность быстро напрячь мышцы, измеряемая в кгс/с (или Н/с). Эту последнюю способность логично считать отдельным ФК (см. п. 4).

2. *Предельная частота малоамплитудных возвратно-вращательных суставных движений*. Зависит от лабильности задействованных мышц, их силы и момента инерции движимого звена тела. При этом скорость суставных движений далека от предельной, а единица измерений 1/с, так что и этот тест мог бы лишь косвенно характеризовать физическое качество «быстрота», если бы его результаты коррелировали со скоростными проявлениями, но такой корреляции нет. Тем более это не способ измерения качества «быстрота».

3. *Латентное (скрытое) время простой сенсомоторной реакции*. Так как латентное время реакции определить непросто, обычно измеряют полное время реакции, строя тест таким образом, чтобы моторное время было очень малым (например нажатие кнопки)¹⁵. Кроме того, время реакции в таком случае включает в себя время фиксации. Поскольку единицей измерения служит секунда (миллисекунда), а не м/с, это иное ФК, которое логично назвать «реактивностью». Следу-

¹⁵ Латентное время простой реакции включает в себя сенсорную фазу (суммарное время возбуждения рецепторов, проведения сигнала по центростремительным нервным волокнам, центрального преобразования его в ответный центростремительный сигнал и его проведения к мышцам), премоторную фазу: от начала активации (возбуждения) мышцы до начала движения звена тела. Моторная фаза – время движения-ответа на сигнал. Время фиксации – время срабатывания измерительной установки, фиксирующей ответ.

ет отметить, что имеет место значимая корреляция между реактивностью человека и его возможностями, проявляемыми при выполнении скоростных упражнений со стартовым компонентом.

4. *Определение максимальной скорости напряжения мышцы (группы мышц).* Применяют 2 способа ее тестирования: определяют скоростно-силовой индекс (ССИ) и «градиент силы» (ГС). Абсолютный ССИ вычисляется как средняя скорость нарастания силы тяги мышцы (группы мышц) при предельно быстром ее напряжении: делением достигнутой предельной силы $F_{\text{пр}}$ на время ее достижения из расслабленного состояния $t_{\text{пр}}$: $F_{\text{пр}}/t_{\text{пр}}$, размерность Н/с. Относительный ССИ определяют делением абсолютного на значение предельной силы. он характеризует быстроту достижения предельной силы $F_{\text{пр}}/(t_{\text{пр}} \times F_{\text{пр}})$, размерность 1/с. Абсолютный и относительный ГС определяются точно так же, но только вместо значения предельной силы $F_{\text{пр}}$ и времени ее достижения $t_{\text{пр}}$ в формулу проставляются значения половины предельной силы $F_{0,5\text{пр}}$ и затраченного на ее достижение времени $t_{0,5\text{пр}}$ (рис. 13.1).

Заметим: термин «градиент силы» для данного теста неудачен: градиентом называют производную по координате, производную по времени так называть нельзя. Название прижилось, с этим приходится считаться, но обозначать им можно только данный тест, а не производную от силы по времени, что, к сожалению, часто делают даже в специальной и учебной литературе.

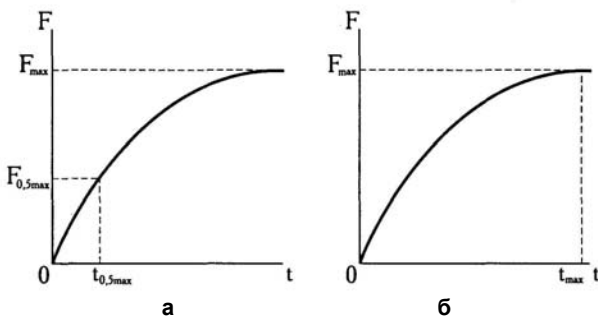


Рис. 13.1. Определение ГС и ССИ по графику предельно быстрого развития силы тяги (а значит, и напряжения) мышцы (группы мышц): **а** – градиента силы $ГС = F_{0,5\text{max}}/t_{0,5\text{max}}$, **б** – скоростно-силового индекса $ССИ = F_{\text{max}}/t_{\text{max}}$

Целесообразно дать такое определение:

ФК «быстрота» – интегральная характеристика и мера способности развивать высокую скорость активных¹⁶ преодолевающих суставных движений в выполняемых основных (для интересующего нас типа двигательных структур, систем телодвижений и движений) упражнениях. Следует измерять скорость изменения длины ответственных за эти движения групп мышц (либо скорость соответствующих суставных движений), умножать результаты каждого измерения на разработанные разные для каждого типа двигательной активности «весовые» коэффициенты и по сумме этих произведений выводить «взвешенную» оценку уровня качества «быстрота» либо найти среднее арифметическое из этих произведений. Единица измерений – градус/с или радиан/с. Получить такие данные можно измерением параметров зависимости «сила – скорость» исследуемого (рис. 13.2).

Для этого нужно экспериментально определить индивидуальные параметры названной зависимости и экстраполяцией определить по графику ту скорость укорочения мышцы $V_{ум}$ либо скорости нужной нам рабочей точки тела, при которой $F_{пр} = 0$, то есть найти на графике точку пересечения кривой с осью абсцисс.

Сказанное выше заставляет выделить из ФК «быстрота» 2 других самостоятельных ФК: «реактивность» и «резкость».

ФК «работоспособность»¹⁷. Работоспособность определяется объективными физиологическими методами, основываясь на физио-

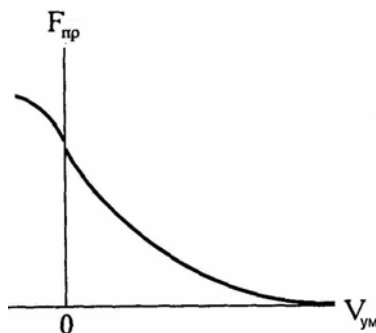


Рис. 13.2. Графическое отображение зависимости «сила – скорость»

¹⁶ Определяется предельная скорость: та, при которой само телодвижение еще производится силой тяги мышц, то есть телодвижение активно, но воздействие на внешнее тело, в том числе опору, уже равно нулю.

¹⁷ То, что принято было называть ФК «выносливость», таковым считать невозможно: выносливость как способность противостоять утомлению, продолжая работу заданной мощности, определяют наряду с работоспособностью как объективным свойством организма специальная техническая подготовленность, степень мотивированности, волевые качества.

логическом сдвиге в ответ на дозированную нагрузку (например PWC_{170}) или на определении функционального энергетического резерва организма (МПК). Однако работоспособность неоднородна как применительно к различным группам мышц, так и к нагрузкам разной мощности, определяющим преимущественное использование аэробной или анаэробной энергопродукции. Поэтому следует различать группу из 5 самостоятельных ФК, характеризующих работоспособность: это ФК «абсолютная аэробная работоспособность», «относительная аэробная работоспособность» (на 1 кг массы тела), «абсолютная анаэробная работоспособность», «относительная анаэробная работоспособность», «восстанавливаемость».

Аэробная и анаэробная работоспособность – 2 самостоятельных ФК, обеспечиваемых различными физиологическими механизмами и обеспечивающих работу разной мощности. Так, работоспособность спринтера и стайера – очень разные свойства. Что же касается абсолютной и относительной работоспособности, то здесь полная аналогия с ФК «абсолютная сила» и «относительная сила»: абсолютная работоспособность человека с большой массой тела, как правило, выше, чем у человека с небольшой массой тела. Поэтому более тяжелый спортсмен справляется с нагрузкой большего объема в абсолютном выражении (у него выше абсолютная работоспособность), но если нагрузка выражается в манипуляции собственным телом (бег, прыжки, гимнастические упражнения и т. п.), то с большим объемом нагрузки такого рода обычно справляется более легкий спортсмен (выше относительная работоспособность).

Особая речь о ФК «восстанавливаемость»: это свойство состоит в том, что при работе переменной мощности и с нагрузкой на разные группы мышц организм быстро восстанавливает работоспособность, так что при нагрузке такого типа работоспособность человека оказывается значительно выше, чем при нагрузке равномерной и однотипной. Это ФК еще предстоит исследовать.

ФК «гибкость». Это ФК интегрирует подвижность в основных суставах. Различают активную, пассивную и анатомическую гибкость. *Активная* подвижность в суставе определяется измерением размаха движений в нем (в заданном направлении, если в суставе более 1 степени свободы движений) при условии, что границы подвижности достигаются *только* напряжением мышц, вызывающих движения в этом суставе. *Пассивная* подвижность в суставе определяется измерением размаха движений в нем с участием сил воздействия дру-

гими звеньями тела или внешних относительно тела тестируемого сил. Анатомическая гибкость определяется строением костной составляющей сустава. Показатели этих видов гибкости различны, но обычно уровень ФК «гибкость» определяют интегрированием показателей пассивной подвижности в суставах, принятых в качестве основных. При этом показатели для каждого сустава умножаются на весовые коэффициенты, величина которых выбирается с учетом его двигательной значимости и с размахом подвижности в нем. Суммой произведений значений, полученных измерениями, и соответствующих весовых коэффициентов и определяют уровень ФК «гибкость».

Выбор суставов в качестве основных и значений весовых коэффициентов определяется характером и особенностями намеченной двигательной активности и требованиями, которые предъявляются к исполнителю. Размах подвижности в каждом суставе измеряют различными видами гониометрами.

ФК «координированность». То, что называют «ловкостью», не может быть признанным в качестве ФК: 1) в числе факторов, определяющих ловкость, входят: вся группа ФК «сила», ФК «быстрота», «резкость», «реактивность», ФК «гибкость»; 2) ФК координированность как свойство организма (определение дано ниже); 3) специфическая техническая подготовленность; 4) некоторые психологические качества (смелость, решительность, способность быстро и адекватно действительности формировать и оценивать ситуацию и отдельные ее компоненты); 5) опыт выполнения конкретных нужных систем телодвижений и движений. То есть ловкость есть некая системная совокупность целого ряда ФК плюс психологические свойства, плюс техническая подготовленность – это системная совокупность способностей и технической подготовленности. Поэтому ловкость является одной из сторон не двигательных способностей, а двигательных возможностей как доступных двигательных проявлений. А координированность – одна из сторон моторности как совокупности двигательных способностей, которые наряду с обучением обеспечивают выработку двигательных возможностей.

Координированность – это одна из сторон двигательных способностей (ФК), это предрасположенность организма к быстрому и совершенному освоению сложных кинематических и динамических координаций в системах телодвижений и движений.

Двигательная ловкость человека как одна из сторон его двигательных возможностей во многом зависит от развития у него ФК «ко-

ординированность», уровень которой следует определять путем применения специально разработанных двигательных тестов (предстоит еще большая работа для достижения их информативности).

В завершение раздела можно схематически представить модифицированную концепцию ФК (рис. 13.3). В этом разделе представлен анализ сущности концепции ФК и показано, что качеств должно быть не 5, а 13, что представление об информативности измерения «классических» 5 ФК иллюзорно. Потому нередко подменяют определение ФК определением физической подготовленности. Этим грешат не только практики физического воспитания и спорта, но и специальная литература, включая учебники, статьи, диссертации.

Но главное, пожалуй, то, что концепция ФК оставляет «за бортом» нашего внимания ряд не менее важных для спорта и физического воспитания двигательных способностей человека. Нужна разработка более полной концепции двигательных способностей человека. Такая концепция представлена в следующем разделе этой главы.



Рис. 13.3. ФК в соответствии с модифицированной концепцией

13.3.2. Концепция моторно-функциональных свойств (качеств)

Концепция ФК появилась более полувека назад, она нуждается в основательном пересмотре и углублении. Поэтому предлагается изложенная ниже концепция моторно-функциональных *свойств* (МФС), или, что то же самое, моторно-функциональных *качеств* (МФК). Главные ее отличия: 1) в ней вместо эклектически свернутых и потому малоинформативных качеств концепции ФК представлены действительно качественно особые базовые стороны моторности; 2) она за-

хватывает принципиально более широкий круг информативных, составляющих двигательные способности человека факторов, которые разбиты на 4 группы (рис. 13.4). В этот круг входят чрезвычайно важные для осуществления спортивной двигательной активности характеристики тела (телесные или соматические свойства, или качества), которых (кроме гибкости) нет в концепции ФК, соматомоторные свойства (качества) как развитие концепции ФК, а также психосоматомоторные и психические свойства (качества), характеризующие очень важные, нередко решающие двигательные способности – ведь от них зависит развитие двигательных возможностей.

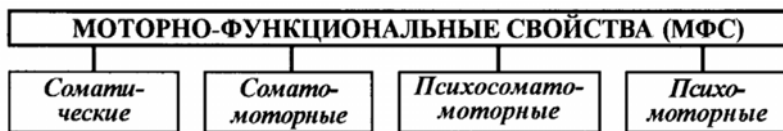


Рис. 13.4. Схема разделения моторно-функциональных свойств (МФС) на основные группы

Перечислим свойства (качества), входящие в названные 4 группы. Всего их 57. Конечно, очень много, но это в том случае, если нужно было бы изучить все двигательные свойства (в данном случае способности), но такое практически никогда не требуется (и свойства, или качества, предлагаемые концепцией ФК, тоже далеко не всегда целесообразно определять все). Нужно определять уровень не всех, а только тех МФС, которые в каждом конкретном случае представляются информативными, наиболее существенными как факторы, определяющие успешность спортивной двигательной активности. А таких свойств обычно оказывается немного.

1-я группа. Соматические свойства (качества)

Длина тела	Ее критериальная локализация
Ее критериальная локализация	Гибкость
Масса тела	Ее критериальная локализация
Ее критериальная локализация	Прочность тела
Композиция (состав) тела	Ее критериальная локализация

Критериальная локализация свойства — это его «распределение» по звеньям тела, причем имеются в виду только значимые для нас (и потому критериальные) звенья тела и движения ими.

2-я группа. Соматомоторные свойства (качества)

Сила абсолютная	Ее критериальная локализация
Ее критериальная локализация	Работоспособность аэробная
Сила относительная	абсолютная
Ее критериальная локализация	Ее критериальная локализация
Быстрота	Работоспособность аэробная
Ее критериальная локализация	относительная
Резкость абсолютная	Ее критериальная локализация
Ее критериальная локализация	Работоспособность анаэробная
Резкость относительная	абсолютная
Ее критериальная локализация	Ее критериальная локализация
Работоспособность восстановительная	Работоспособность анаэробная относительная

3-я группа. Психосоматомоторные свойств (качества)

Реактивность	Моторная стабильность
Ее критериальная локализация	«Дифференциальность» реализационная общая
Ее модальные компоненты	
Координированность	«Дифференциальность» реализационная локальная
Ее критериальная локализация	Двигательная память
Ее модальные компоненты	

4-я группа. Психомоторные свойства (качества)

Реактивность	Находчивость
Подвижность психики	Рассудительность и ситуативная
Решительность	адекватность
Смелость	Память образно-логическая
Рискофильность	Ее модальные компоненты
«Сила воли»	Двигательная эйдетичность
Психорегулятивность	Ее модальные компоненты
Управляемость внимания	«Дифференциальность» различительная общая
Таймерность	
Оперативность	Ее модальные компоненты

Предлагаемые далее пояснения изложены с учетом тех, которые уже были даны при рассмотрении ФК (в принципе при желании можно даже рассматривать концепцию МФС как естественное развитие

идеи рассмотрения моторности «по сторонам», а значит, развитие и совершенствование концепции ФК).

1. Соматические свойства. Соматические свойства характеризуют тело (сому) человека как таковое. Успешность освоения большинства спортивных упражнений в большей или меньшей степени зависит от длиннотных размеров и массы тела и его звеньев, вряд ли нужно это пояснять. Следовательно, длиннотные параметры являются определенными компонентами двигательных способностей человека, и нужно выделять соответствующие МФС. Существен также состав тела: соотношение мышечного, костного и жирового компонентов его массы. Значение гибкости и ее критериальной¹⁸ локализации тоже вряд ли нуждается в пояснениях. Что же касается прочности элементов опорно-двигательного аппарата (ОДА), то ведь известно, что травматизм – жесточайший бич спортсменов, а ведь травматизм сильнейшим образом зависит от прочности элементов ОДА, притом в разных видах спорта от прочности разных элементов.

2. Соматомоторные свойства. Это характеристики энергетических свойств тела, определяющих активные возможности в выполнении телодвижений и их систем. К ним относятся сила абсолютная и ее локализация, то есть «география» силы групп мышц, обеспечивающих критериально значимые телодвижения (напомним: активное сохранение позы есть *система телодвижений с нулевой скоростью*). Но в значительно большем числе видов спорта важна относительная сила: сила, приходящаяся на 1 кг массы тела.

Быстрота определяет способность групп мышц производить положительную работу при большой скорости суставных движений. Так, сильнейшие спринтеры способны (могут) при скорости движения стопы относительно туловища 10–11 м/с отталкиваться вперед с силой, равной силе сопротивления воздуха движению в нем их тела. Но быстрота – характеристика, разная для различных групп мышц, так как различны и композиция (состав волокон) разных мышц, и их длина, и плечо силы тяги относительно оси сустава. Поэтому важна и локализация этого свойства.

Резкость абсолютная характеризует способность быстро напрячь мышцы, определять ее предпочтительно тестированием «градиента силы». *Резкость относительная* характеризует способность быстро

¹⁸ Критериальные компоненты — те, которые входят в состав факторов, определяющих критерии оценивания. То же относится к локализации.

напрячь мышцы до уровня, равного половине предельного, если оп-
ределить более широко, то уровня, пропорционального силе мышцы
(группы мышц), что нередко представляет больший интерес, чем оп-
ределение просто быстроты их напряжения.

*Работоспособность аэробная и анаэробная, абсолютная и отно-
сительная.* Понятно, что преимущественная роль аэробной или ана-
эробной энергопродукции определяется уровнем мощности выпол-
няемой мышечной работы. Вопрос об абсолютной и относительной
работоспособности был рассмотрен в разделе «Физические качества». То
есть о работоспособности при работе теми или иными звеньями тела,
то она зависит не только от механизмов энергообеспечения, но и от
силы соответствующих мышц и их композиции (относительного ко-
личества быстрых и медленных волокон), поэтому работоспособность
при работе разными звеньями тела и при разных направлениях тело-
движения весьма различна. Следовательно, в интересах практики фи-
зического воспитания и спорта целесообразно определять локализа-
цию работоспособности каждого индивида.

О *работоспособности восстановительной* сказано в подразделе
13.3.1. Следует добавить: эта характеристика важна в тех видах спор-
та, где нагрузка существенно переменна во времени и выполняется
различными группами мышц, так что доступен частичный, относи-
тельный отдых. Представление об этом виде работоспособности еще
не утвердилось в теории, но хочется верить, что это пока.

3. *Психосоматомоторные свойства.* Это те свойства организма,
которые в сопоставимой степени обеспечиваются соматическими и
психическими механизмами.

Реактивность – характеристика быстроты простых реакций,
среднее арифметическое по реакциям на различные по своей модаль-
ности (световые, звуковые, тактильные, болевые) раздражители: вре-
мя этих реакций на модально разные раздражители различно.

Координированность – способность координировать телодвиже-
ния и движения (траектории контрольных точек тела, их скорости и
ускорения, а значит, и мышечные напряжения, сочетая их с внешними
силами и силами инерции ускоряемых звеньев тела).

Дифференциальность реализационная общая. Это способность
избирательно выполнять именно нужную систему телодвижений и
движений из некоторой совокупности очень сходных с нею.

Дифференциальность реализационная локальная. Та же способность, но относящаяся к управлению не всем телом либо разными его звеньями в среднем, а тем или иным конкретным его звеном. Например, для баскетболиста особо важна реализационная дифференциальность в движениях руками, а для футболиста – ногами.

Моторная (двигательная) стабильность – это способность одинаково повторно выполнять системы движений в соответствии с их схемами, то есть одинаково реализовывать их технику, причем, если нужно, несмотря на появляющиеся трудности и препятствия.

Моторная (двигательная) память. Моторная память отличается от логической или образной памяти, хотя и включает в себя ее компоненты, относящиеся к осуществлению двигательных действий. Но помимо этих компонентов моторная память содержит (как компоненты) временно фиксированные механизмы координации конкретных систем движений (в том числе «автоматизмы»), а также образ (программу) системы должных восприятий и образов и механизм их извлечения из памяти синхронно с двигательными действиями.

4. Психомоторные свойства. К ним относятся свойства, обеспечивающие двигательную активность в подавляющей мере психическими процессами. Этих свойств-качеств много, игнорировать их нельзя: они играют значительную роль в формировании умений (включая и формирование используемых в этих умениях навыков) и в не меньшей степени в реализации этих умений.

Подвижность психики – способность быстро осуществлять сложные психические процессы (формирование и оценивание ситуаций, формирование двигательных задач, планирование и программирование их решения, осуществление реакций выбора или на движущийся объект). Она включает в себя и способность к оперативному решению тактических задач. Подвижность психики особо важная характеристика для спортсменов, специализирующихся в противоборствах: единоборствах и спортивных играх. Но и в других видах спорта, да и в житейской (неспортивной) двигательной активности подвижность психики играет немалую роль.

Дифференциальность различительная общая – это способность различать близкие по величине воздействия на рецепторы, то есть различительная (разрешающая) способность (ее нужно отличать от дифференциальности реализационной, о которой речь шла выше). Различительная дифференциальность, с одной стороны, является фактором, от которого во многом зависит координированность, с другой

стороны – она имеет самостоятельное значение, то есть является самостоятельным свойством. (Так, например, свойство-качество «сила» во многом определяет работоспособность, но вместе с тем оно самостоятельное свойство). Дифференциальность различительная общая – усредненная характеристика различительной способности при разных модальностях раздражителей. Поэтому самостоятельное значение имеют ее *модальные компоненты* – любой может быть очень важным: одно дело – тонко различать зрительные воздействия, другое – слуховые, тактильные, проприоцептивные (динамические или кинематические) и др. Далеко не всегда нас интересует общая различительная дифференциальность.

Находчивость – способность находить удовлетворительный (удовлетворяющий нас) выход из сложных ситуаций, особенно возникших неожиданно. Такие ситуации в спорте не редкость.

Смелость. Это свойство-качество в ряде видов спорта приходится проявлять довольно часто, и при низком уровне его развития становится затруднительным освоение многих упражнений.

Рискофилльность – «любовь» к риску: свойство характера и (или) менталитета, часто определяющее тактику двигательной активности, способы решения двигательных задач.

Решительность. Способность без долгих колебаний принимать решения, тем более ответственные. Это важное для принятия тактических решений в области спортивной двигательной активности свойство характера.

Рассудительность и ситуативная адекватность. Способность логически взвешивать, оценивать факторы, что позволяет формировать разумные решения.

«Сила воли». Способность преодолевать трудности, утомление, страх, нежелание выполнять ту или иную нужную работу и т.п. Очень важное свойство спортсмена.

Таймерность. Способность определять интервалы времени, темп, ритм телодвижений и движений, их систем.

Двигательная эйдетичность – это способность образно воспринимать двигательную активность и ее компоненты, осуществленные ранее, в процессе их осуществления, воображаемых (предполагаемых известных, конструируемых).

Память образно-логическая. Это то, что обычно и называют памятью. Она, конечно, необходима и в области двигательной активности, степень ее совершенства позволяет с тем или иным успехом на-

капливать опыт, осваивать упражнения и их системы, теоретические положения, бороться с ошибками.

Психорегулятивность. Характеристика способности управлять эмоциями, побуждениями, интересами.

Управляемость внимания. Характеристика способности управлять своим вниманием: его концентрацией, напряжением, длительностью. Часто недооценивается в практике физического воспитания и даже спорта. Между тем неожиданные срывы при выполнении спортивных упражнений (порой чреватые не только проигрышем соревнований, но и серьезными травмами) объясняются как раз провалами внимания, то есть недостаточным управлением им.

Еще раз следует отметить, что большое количество свойств не является препятствием для того, чтобы определить те, которые в конкретном случае представляются информативными для эффективного проведения учебно-тренировочного процесса и успешности выступлений на соревнованиях. Нет никакой необходимости пытаться определять *все* МФС (как, впрочем, и ФК). Можно, конечно, ограничиваться определением тех или иных из ФК, но представляется разумным не ограничиваться этим. Концепция МФС представляет дополнительные важные возможности получать ценную информацию о занимающемся и целесообразно ее использовать.

13.4. Двигательная подготовленность и подготовка

Двигательная подготовленность включает в себя общий, специальный и специфический компоненты. Общий принято не совсем справедливо называть общей физической подготовленностью (о ней сказано выше). Специальная спортивная двигательная подготовленность – характеристика, интегрирующая несколько компонентов: степень готовности спортсмена к выполнению базовых упражнений своего вида спорта: 1) физически (независимо от степени его технической и психологической готовности), 2) технически, 3) психологически, а также 4) обладание нужными специальными знаниями.

Базовыми называют упражнения, составляющие физическую и техническую основу более сложных упражнений данного вида спорта. Специфическая двигательная подготовленность включает в себя аналогичные компоненты, но относится не к базовым, а к конкретным рассматриваемым упражнениям.

Понятие «двигательная подготовленность» близко понятию «двигательные возможности», однако различия между ними существенны. Подготовленность – текущее (достаточно длительное и устойчивое, трансситуативное – не зависящее от сиюминутной ситуации, «проходящее» как бы сквозь них) состояние, а возможности – оперативное, то есть ситуативное. Подготовленность относится ко всей совокупности тестирующих ее соотнесенных информативными упражнениями, а возможности – к конкретным упражнениям (независимо от их характера и педагогического значения). Такие понятия, как «ловкость», «выносливость» следует относить к двигательной подготовленности, то есть к двигательным возможностям.

Целесообразно было бы называть *двигательными качествами* (освободив этот термин от дублирования им термина «ФК») структурно особые базовые стороны моторных возможностей, то есть характеристику того, как человек выполняет базовые или специальные упражнения того или иного структурного типа: например, прыжок вверх с места толчком двумя, прыжок вверх с разбега толчком одной и махом другой, сохранение устойчивости в стойке на одной ноге либо на руках, удар по мячу рукой, ногой, клюшкой по шайбе и т.д.

Двигательная подготовка – это система тренирующих и воспитательных воздействий, посредством которых достигаются двигательная и мотивационная подготовленность человека. Двигательную подготовку планируют и в соответствии с ее планом контролируют (см. гл. 1). В частности, одним из наиболее важных контролируемых факторов является динамика двигательной подготовленности занимающихся (каждого из 3 ее компонентов).

Двигательные возможности можно условно разделить на 3 группы по цели обеспечиваемых ими действий: 1) предельные, 2) дозированные (градуальные), 3) актуализационные (цель – актуализировать заданную схему системы телодвижений и движений). В прогностическом плане можно говорить о потенциальных возможностях как о доступных человеку в будущем при определенных условиях.

Резюмируя разделы 13.3 и 13.4, можно схематически обозначить следующую «цепочку»: «*двигательные задатки*» (соответствующие свойства организма ребенка, сформировавшиеся к моменту его появления на свет) – «*двигательные способности*» (свойства организма, развившиеся к моменту рассмотрения) – «*двигательные возможности*» (что человек в состоянии осуществить в плане двигательной ак-

тивности) – «двигательные проявления» (то, что человек двигательно осуществляет), а также их компоненты (рис. 13.5).

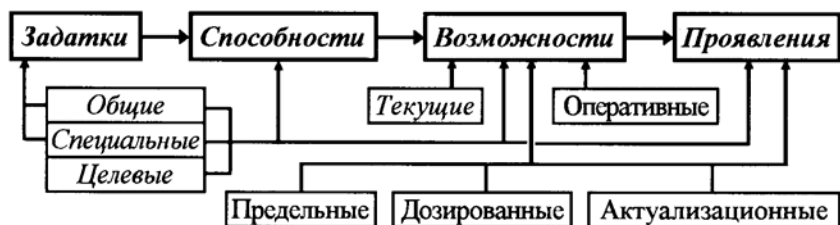


Рис. 13.5. «Цепочка»: задатки – способности – возможности – проявления (здесь имеются в виду двигательные)

Основные понятия

Абсолютный	Модальный
Актуализация	Моторно-функциональные качества
Актуальные возможности	Оперативный
Анаэробный	Относительный
Аэробный	Предельная сила
Базовый	Предельные возможности
Весовой коэффициент	Психомоторные качества
Взвешенная оценка	Психосоматомоторные качества
Возможности	Работоспособность
Гибкость активная и пассивная	Различительная (разрешающая) способность
Градуальный	Реактивность
Двигательная память	Резкость абсолютная
Двигательная подготовка	Резкость относительная
Двигательная подготовленность	Рискофильность
Двигательная эйдетичность	Соматические качества
Двигательные задатки	Соматомоторные качества
Дифференциальность различительная	Способности
Дифференциальность реализационная	Таймерность
Интегральный	Текущий
Качественная характеристика	Физическая подготовка
Количественная характеристика	Физическая подготовленность
Композиция мышц	Физическое качество
Композиция тела	ФК «быстрота»
Координация	ФК «работоспособность»
Координированность	ФК «резкость»
Латентный	ФК «сила»
Локальный, локализация	

Контрольные вопросы

1. В чем состоит сущность концепции ФК?
2. В чем заключается недостаточность концепции ФК?
3. Как определять уровни ФК «сила» (абсолютная и относительная) и «гибкость»?
4. Как определять уровень ФК «быстрота»?
5. Как определять уровни ФК «резкость» (абсолютная и относительная) и «реактивность»?
6. Как определять уровень ФК «работоспособность» (аэробная и анаэробная, абсолютная и относительная), ее локальные компоненты?
7. Как определять ФК «координированность»?
8. В чем сущность концепции МФК? Что входит в нее помимо ФК?
9. Нужно ли всегда измерять все ФК или МФК, либо только те, которые на данный момент представляются особо информативными?
10. Почему потребовалось ввести в концепцию МФК понятие «соматические качества»?
11. Почему потребовалось ввести в концепцию МФК понятие «психомоторные качества»?
12. Почему в концепции МФК разделены понятия «соматомоторные» и «психосоматомоторные» качества?
13. Что такое физическая подготовленность, в чем ее отличие от показателей ФК?
14. В чем сущность «цепочки» задатки – способности – возможности – проявления?
15. Что такое двигательная подготовленность и подготовка?
16. Что здесь предлагается называть двигательными качествами?

Рекомендуемая литература

1. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.
2. Коренберг, В. Б. Основы спортивной кинезиологии : учеб. пособие / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2005.

Глава 14. КОНТРОЛЬ НАД ТЕХНИЧЕСКОЙ И ТАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ

14.1. Техника и технология СДД, спортивных упражнений

Начнем с определения понятия «техника СДД» – это важно, поскольку иначе непонятно, о чем по существу идет речь.

Техника СДД – это схема системы локальных поз¹⁹, телодвижений и движений, реализовать которую человек *считает нужным* для того, чтобы СДД было осуществлено намеченным образом и привело к желаемому результату. Техника СДД совсем не обязательно совершенна, оптимальна, она лишь, с точки зрения субъекта СДД, по его субъективной оценке, *целесообразна* для него – всегда либо для конкретного случая ее актуализации. Поэтому техника СДД от попытки к попытке может быть неизменной, но может и меняться в зависимости от ситуации.

Распространены и другие понимания этого термина, им разные специалисты обозначают: 1) схему осуществления СДД (и внутреннего, и внешнего действия); 2) саму систему телодвижений и движений как процесса; 3) характеристику уровня мастерства в выполнении нужной системы телодвижений и движений («он показал хорошую технику»); 4) высокий уровень мастерства в выполнении этого СДД (но ведь это хорошее умение, включающее в себя наличие нужных двигательных и недвигательных навыков); 5) наилучший способ выполнения СДД, упражнения (не расшифровывая, что понимать под словом «способ»; а главное – почему наилучший? Не бывает плохой техники? Нередко конкретную технику сегодня считают совершенной, а завтра – плохой); 6) схему уже реально выполненной при осуществлении СДД системы телодвижений и движений.

Поскольку термин должен быть однозначным, далее применяется только понимание, предложенное в начале раздела (оно выделено

¹⁹ Вообще говоря, локальная поза – это телодвижение с нулевой скоростью, поэтому далее, говоря о телодвижениях, будем подразумевать и позы.

вертикальными линиями). Тем более, что люди, применяющие другие толкования, нет-нет да употребят этот термин именно в таком смысле. Поэтому под «совершенствованием техники» следует подразумевать совершенствование именно *схемы* системы телодвижений и движений, а отнюдь не ее реализации (то есть не самой системы телодвижений и движений, а схематического представления о ней).

Если техника СДД (*то, что нужно сделать*) – это схема системы телодвижений и движений, то ее реализация, выполнение в соответствии с этой схемой системы телодвижений и движений – это *внешнее действие*. Это то, что реально делается, реальный процесс – реализация (точнее, актуализация) техники. Представление о том, что было сделано – о выполненной системе телодвижений и движений – мысленная схема – *реализованная техника*. Так обычно и представляют себе осуществление внешнего действия (рис. 14.1).

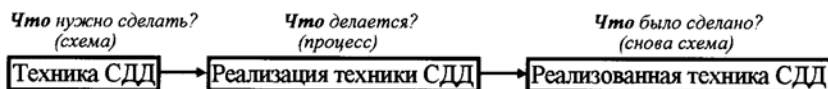


Рис. 14.1. Традиционное представление об осуществлении СДД

Тут уместно сказать несколько слов о внешнем и внутреннем действиях. Система телодвижений и движений, выполняемых по ходу СДД, механическое взаимодействие с другими объектами, работа мышц, их обеспечивающая, работа нервной системы, обеспечивающая работу мышц по ходу СДД, – это *внешнее действие*. Это то, что происходит реально и в реальности, что можно наблюдать, ради чего осуществляется действие.

Но внешнее действие осуществляется не само собой. Его готовит, обеспечивая необходимыми программами, информацией о внешних и внутренних условиях, побуждением к соответствующей активности, обоснованием этого побуждения (мотивом) и установкой, «запускает» его и осуществляет контрольно-оценочные и непосредственно управляющие функции внутреннее действие – психическая составляющая действия, мыслительные, эйдетические и сенсорные процессы. Внутреннее действие, если оно подкреплено физическими функциональными возможностями человека, определяет, каким окажется внешнее действие.

Мы обычно судим о результате СДД, о мастерстве исполнителя, мы оцениваем СДД по последнему (на рис. 14.1) блоку – по схеме того, **что** было сделано, по реализованной технике.

Но ведь тренера и спортсмена всегда интересует, **«как нужно делать?»**, **«как делается?»**, **«как делалось?»**. Т. е. каким должно быть, как осуществлялось и каким было *внутреннее СДД*. Ответ на 1-й вопрос – анализ схемы внутреннего действия, подлежащей реализации, чтобы внешнее СДД было таким, как рассчитывает на это исполнитель. Эту схему логично назвать *технологией СДД*. На 2-й и 3-й вопросы отвечают *реализация технологии СДД* (сам процесс внутреннего СДД) и *реализованная технология СДД* (схема уже проведенного процесса реализации технологии СДД) (рис. 14.2).

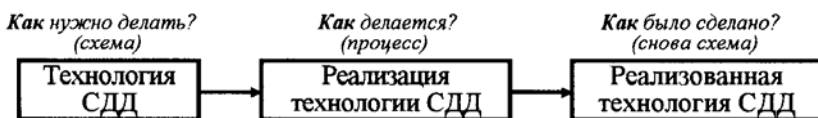


Рис. 14.2. Технология СДД как внутреннее действие и ее реализация

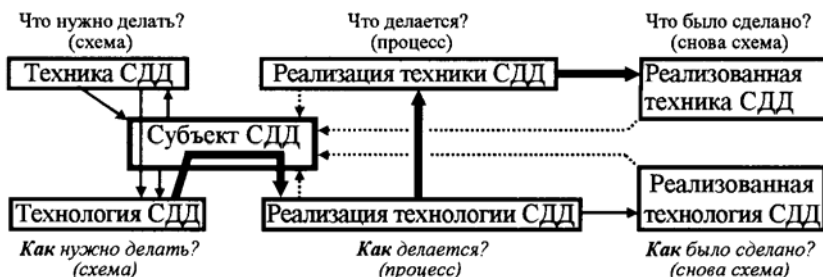


Рис. 14.3. Схема осуществления освоенного СДД. Тонкие стрелки – формирующие связи, толстые – основной путь реализации субъектом техники СДД, пунктирные – пути получения субъектом информации обратной связи

Вопреки обычным представлениям, отраженным на рис. 14.1, исходной для осуществления уже освоенного СДД непосредственно реализуемой схемой служит не техника СДД (схема внешнего действия, системы телодвижений и движений), а его технология (схема внутреннего действия), реализуя которую (т.е. осуществляя внутрен-

нее действие) спортсмен тем самым реализует соответствующую технику СДД (осуществляет внешнее действие). Реализация техники как процесс запоминается или иным образом фиксируется (видеосъемка и др.), оставляя таким образом схематический «след» – *реализованную технику*, это схема реально осуществленного процесса.

Сказанное принципиально. Это значит, что спортсмен, желательно с помощью тренера, должен формировать у себя такую технологию СДД и такую способность ее реализовать, чтобы в результате была именно так, как намерен исполнитель, реализована техника СДД, то есть чтобы именно так выполнить внешнее действие.

Технология спортивного двигательного действия (СДД) – *схема внутреннего действия*: фиксированная в центральной нервной системе динамичная алгоритмическая система: 1) образов должных ощущений, восприятий, образов: тех, что должны возникнуть при желательном (по характеру и по качественному уровню) осуществлении этого СДД, 2) эфферентных посылов (команд мышцам), 3) критериев оценки двигательных отклонений и соответствующих регуляторных команд.

Сформировать адекватную технологию СДД непросто: в ней должны быть учтены не только техника СДД, но и физические функциональные возможности спортсмена, а также особенности его афферентации и сложившиеся в его двигательном опыте ассоциации, установки, сопряженные с имеющимися у него навыками и косвенно связанные с осуществлением данного СДД. В случаях, когда в технологии СДД или ее реализации обнаруживаются ошибки, их нужно корректировать, что приведет к коррекции реализации техники, то есть выполнения двигательного задания. Квалифицированная помощь тренера во всем этом очень нужна, она может существенно ускорить процесс формирования у спортсмена навыка, соответствующего этому СДД, и сделать этот навык более совершенным.

Анализируя технику СДД, принято рассматривать биомеханические факторы. Но определение только этих факторов далеко не всегда достаточно для последующего освоения и удовлетворительного выполнения упражнения. Часто важную (иногда определяющую) роль играют психологические и педагогические факторы. Не учитывая их, можно встретиться как с трудностями управленческого характера (и сенсорными, и моторными), так и с необходимостью преобразования,

«переделки» ранее сформированных двигательных навыков, что порой нелегко.

Подбирая вариант техники СДД, следует учитывать ее критериальные характеристики (рис. 14.4). Здесь нужны пояснения.



Рис. 14.4. Критерии эффективности техники СДД. Здесь ДВ – двигательные возможности

Механической производительностью называют характеристику свойства рассматриваемого варианта техники (технического варианта) при хорошей его реализации обеспечивать большие или меньшие (применительно к двигательным возможностям исполнителя) целевые (интересующие нас) механические параметры СДД. *Экономичность* – характеристика свойства техники затрачивать большую или меньшую метаболическую энергию на выполнение двигательного задания с заданными механическими параметрами (понятие экономичность – обратное понятию затратность).

Доступность – имеется в виду доступность реализации для конкретного рассматриваемого исполнителя.

Надежность (точнее был бы термин «надежность»), но он выглядит неуклюже) – вероятностная интегральная характеристика свойства рассматриваемого варианта техники СДД, позволяющая рассчитывать на соответствующую вероятность удовлетворительной (удовлетворяющей нас) ее реализации в тех или иных определенных условиях. *Вариабельность* – характеристика свойства рассматриваемого варианта техники СДД, позволяющего в тех или иных пределах варьировать его в процессе реализации без существенного ущерба для целевых параметров СДД; это бывает полезно при нестандартных ситуациях, так как применительно к таким случаям позволяет повысить

надежность исполнения. *Точностность* – характеристика свойства данного варианта техники обеспечивать целевую (конечную или траекторную) точность СДД (процесса); эта характеристика тоже во многих случаях влияет на надежность данного варианта, поскольку определяет уровень точности выполнения задания.

Безопасность – характеристика свойства рассматриваемого варианта техники, которой оценивается степень безопасности его реализации. Характеристику *эстетичность* вряд ли нужно пояснять.

Комфортность – характеристика степени «удобности» рассматриваемого варианта техники СДД реализующему его исполнителю (это индивидуализированная характеристика). Низкая комфортность требует большей концентрации внимания в процессе СДД, повышая психическую напряженность и тем самым психическое утомление исполнителя. Критерий «*соответствие условиям*» вряд ли нужно комментировать.

Соответствие целевым двигательным возможностям исполнителя – характеристика часто недооцениваемого свойства технического варианта СДД, от которого нередко зависит качество СДД. Имеется в виду, что часто желательно выбрать вариант техники, при реализации которого возможности конкретного спортсмена используются наиболее полно.

Поскольку решение большинства спортивных двигательных задач (СДЗ) осуществляется выполнением не одного двигательного действия, а некоторой их системы, притом чаще всего входящие в состав этой системы СДД механически (кинематически и динамически) и информационно-управленчески взаимосвязаны, необходимо приспосабливать, адаптировать технику этих систем СДД к требованиям наилучшей, наиболее эффективной их взаимосвязи. В связи с этим целесообразно рассматривать понятие «техника системы СДД» и соответственно понятия «реализация техники системы СДД» и «реализованная техника системы СДД». Следует заметить, что анализ техники систем СДД обычно много сложнее анализа техники одиночных, изолированных СДД, поскольку возникают более сложные проблемы взаимного согласования техники каждого из СДД с другими, с ним в достаточной мере существенно связанными, и координации более сложной системы телодвижений и движений, а также факторы, возникающие при неизбежных двигательных коррекциях.

14.2. Техническая подготовленность и контроль над ней

14.2.1. Связь сторон спортивной подготовленности

Техническая (спортивно-техническая) подготовленность – та часть спортивной подготовленности, которая определяется совершенством целевых *спортивных двигательных умений*, содержание которых: а) способность формировать адекватные текущим внешним и внутренним условиям спортивные двигательные задачи, б) способность формировать эффективные программы решения этих задач, в) использование *целесообразной техники СДД*, г) совершенство навыков, соответствующих целевым спортивным двигательным умениям, д) наличие необходимых (включающих и некоторый *функциональный резерв*) для реализации техники нужных СДД функциональных возможностей, е) способность координировать осуществляемые СДД, ж) тот или иной уровень надежности реализации рассматриваемых умений.

Другими словами, техническая подготовленность – характеристика сформированной у спортсмена (группы спортсменов) совокупности спортивных двигательных навыков и умений, нужной ему (им) на соревнованиях, а также уровня совершенства этих навыков и умений. Техническая подготовленность может проявиться только при наличии адекватной функциональной (а нередко и тактической, и психологической) подготовленности, что не следует забывать при оценке и прогнозе выступлений спортсмена, при контроле за его технической подготовленностью и подготовкой.

Принято различать 5 сторон спортивной подготовленности: подготовленность физическая, техническая, тактическая, психологическая, теоретическая. Все они взаимозависимы. Кратко рассмотрим зависимость технической подготовленности от остальных четырех.

Выполнение любого двигательного задания с заданными структурой техники, интенсивностью и точностью требует определенного уровня функциональной подготовленности в качестве минимально достаточного (конечно, превышение этого уровня желательно). Это *функциональный запрос* задания. Функциональный запрос – системный комплекс целевых компонентов первых 4 из названных сторон подготовленности. Возможно разное соотношение этих компонентов, составляющих *достаточный комплекс*. Наличие достаточного комплекса – *целевое функциональное соответствие (целевая функциональная достаточность)*. Но любое отклонение от оптимального варианта системы телодвижений и движений делает такой комплекс не-

достаточным, т. е. практически сводит надежность²⁰ выполнения рассматриваемого задания к нулю. Следовательно, чтобы обеспечить удовлетворяющую спортсмена надежность выполнения задания, необходимо превышение целевого функционального соответствия целевыми функциональными возможностями, то есть наличие *функционального резерва* – это позволяет в случае двигательного отклонения от экономичного варианта техники скомпенсировать его за счет функционального резерва и удовлетворительно выполнить задание. Конечно, если целевые функциональные возможности ниже функционального запроса двигательного задания, его выполнение вообще неосуществимо.

Технические варианты – то же, что варианты техники спортивного двигательного действия или двигательного задания. Выбираемый вариант техники должен соответствовать оперативным (то есть наличествующим в момент выполнения) целевым функциональным возможностям спортсмена.

Наличие силового резерва во многих случаях может компенсировать известную недостаточность скоростных возможностей, быстроты реакций, выносливости, координированности, наличие резерва каждой из которых может, в свою очередь, компенсировать некоторую (чаще локальную) недостаточность силовых возможностей. Осуществляется это соответствующей адаптацией техники к наличным оперативным функциональным возможностям.

Очевидно, если не хватает силы для реализации желаемого варианта техники, бессмысленно его выбирать. Кроме того, по большей части именно наличие оперативного целевого силового резерва позволяет так изменить технику СДД, чтобы в достаточной мере или хотя бы частично компенсировать допущенное двигательное отклонение от программы или даже двигательную ошибку. Поэтому определенный целевой силовой резерв необходим. Следует, однако, знать, что наличие чрезмерного целевого силового резерва часто вредит в

²⁰ Надежность выполнения двигательного задания — характеристика вероятности удовлетворительного («безотказного», удовлетворяющего субъекта) выполнения субъектом этого задания (подразумевается — в последующей спортивной двигательной активности), определяемая как частное от деления предполагаемого числа удовлетворяющих нас попыток к их общему числу. На практике надежность определяют подсчетом отношения числа успешных попыток, выполняемых в условиях, близких к интересующим нас предполагаемым, к общему числу попыток (предполагая, что это соотношение приблизительно равно вероятности удачных попыток в будущем).

ходе освоения техники конкретного упражнения: у спортсмена ослаблен стимул «тонкого» освоения техники, так как он легко компенсирует технические недостатки, используя целевой силовой резерв, и внешнее действие смотрится как выполненное хорошо.

Поэтому нужно осуществлять контроль над применяемой при выполнении двигательных заданий техникой СДД. Для начинающих спортсменов рекомендуется рациональная техника: техника, которую в данное время считают наиболее подходящей для большинства спортсменов. По мере повышения спортивной квалификации целесообразны варианты техники, адаптированные к функциональным особенностям, двигательному опыту и оперативному состоянию спортсмена и к особенностям ситуации. Это *целесообразная* техника.

Внесение необходимых коррекций облегчается способностью быстро реагировать и способностью быстро напрягать мышцы. Поэтому от уровня этих способностей зависит выбор такого варианта техники, которым можно добиться лучшего результата, но который чреват вероятностью двигательных отклонений, требующих быстрой коррекции, а значит, и быстрой действенной реакции.

Если желаемый вариант техники может обеспечить высокий результат, но неэкономичен (высокозатратен), целесообразность его выбора определяется такими компонентами выносливости как работоспособность, целевой силовой резерв, волевые качества. Не говоря уже о том, что многие варианты техники требуют достаточного уровня целевой гибкости, следует иметь в виду и то, что если применение этого варианта чревато двигательными отклонениями, часть из них не опасна при наличии целевого резерва подвижности в суставах, позволяющего внести нужные коррекции.

Успешность реализации того или иного варианта техники зависит и от других физических и психических свойств исполнителя, что нередко в существенной мере определяет степень пригодности этого варианта именно для этого исполнителя. Техническая подготовленность определяется, конечно, отнюдь не только выбором вариантов техники целевых СДД для их реализации. Основная и наиболее трудно достигаемая часть технической подготовленности – сформированные спортсменом целевые двигательные умения, предполагающие и наличие соответствующего набора сформированных целевых двигательных и недвигательных навыков (недвигательных – определяющих афферентацию, идеомоторику, оперативные оценки и коррекции неизбежных двигательных отклонений в процессе выполнения СДД, в целом определяющих выполнение целевых двигательных заданий).

14.2.2. Спортивно-технический арсенал

Спортивно-технический арсенал			
Состав	Структура		Адекватность
Объём : абсолютный и относительный	Разнообразие	Соединения	Соотв. правилам
			Эстетичность СДД
	Состав по трудности	Степень общности ТО	
Обязательные СДД, их блоки	Акценты в нём	Одно- родные	Рациональность техни- ки СДД, их соединений
	Модификации		
	Принципиальное	Разнородные	Целесообразность техники СДД, их соединений
ТРЕНИРОВОЧНЫЕ		СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЕ	

320

Экономичность *реализации техники СДД* – характеристика относительной энергоёмкости этого процесса. Меньше двигательных ошибок, точнее координация мышечных напряжений, ближе к оптимальным тонус и фоновое напряжение мышц – реализация техники СДД экономичнее (менее *затратна*). Следует различать понятия «экономичность реализации техники» и «экономичность техники».

Экономичность техники СДД – характеристика относительной энергоёмкости конкретного варианта техники СДД, определяемая мерой необходимых энергетических затрат на его реализацию (при идеальной экономичности процесса реализации). Энергоёмкость (*затратность*) самой техники зависит от ее двигательного состава и структуры.

Экономичность и *затратность техники СДД* и ее *реализации* характеризуют одно и то же свойство, но как бы с противоположных сторон: выше затратность (энерготраты) при равном качестве выполнения двигательного задания – значит ниже экономичность. Нужно четко различать понятия «экономичность техники СДД» и «экономичность реализации техники СДД».

Экономичность СДД – характеристика энергетической экономичности достижения заданного двигательного эффекта рассматриваемым СДД. «Обратная» характеристика – *затратность* СДД, определяемая относительным количеством затраченной при выполнении данного СДД энергии (относительно других СДД, позволяющих получить тот же двигательный результат). Составляющие экономичности СДД – экономичность его техники и экономичность ее реализации.

Спортивно-техническое мастерство – то же, что спортивно-техническая подготовленность, но подразумевает достаточно высокий ее уровень. Различают 3 стороны СТ-мастерства (рис. 14.6). Здесь отражены понятия: *спортивно-технический арсенал*, *освоенность техники* входящих в него СДД, *целевая физическая и техническая подготовленность*. О спортивно-техническом арсенале речь шла выше.

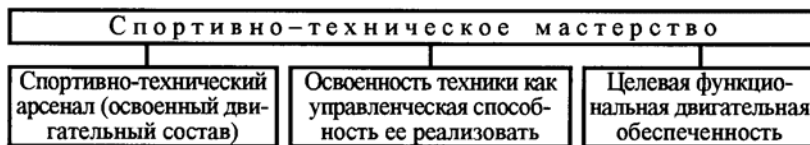


Рис. 14.6. Стороны спортивно-технической подготовленности

Освоенность техники СДД в основном характеризуется качеством выполнения СДД и надёжностью реализации его техники. Оперативная целевая функциональная (физическая, психическая) обеспеченность – непереносимое условие возможности реализовать освоённость спортивно-технического арсенала (понимаемую как текущее состояние спортсмена).

Один из компонентов освоённости упражнения – устойчивость реализации техники СДД, характеризующаяся *помехоустойчивостью* его выполнения: способностью удовлетворительно выполнять его, невзирая на помехи как внешние, так и исходящие из самого организма. А устойчивость решения задачи – это и *свойство схемы* ее решения, и способность его субъекта удовлетворительно *осуществлять* это решение, невзирая на помехи того или иного уровня. Устойчивость решения – важный компонент его надёжности.

14.2.3. Контроль над технической подготовленностью и подготовкой

Он осуществляется путем анализа выполнения спортсменами контрольных упражнений, наблюдений, бесед со спортсменами, материалов кино- и видеосъемки, измерений. Полвека назад возникло понятие «срочная информация»: информация обратной связи о ходе и результатах двигательной активности, достаточно быстро поступающая спортсмену и (или) тренеру. Срочная информация, поступающая в ходе или сразу же по завершении действия в удобном для понимания виде, получила название «экспресс-информация».

Экспресс-информация – немедленно поступающая информация. В спорте применяется: 1) в форме быстрой информации о ходе и результатах соревнований, доступной всем заинтересованным лицам (спортсменам, тренерам, зрителям, журналистам); 2) в форме срочного поступления информации спортсмену и его тренеру о ходе и результатах конкретной двигательной активности, т. е. информации двигательной обратной связи. В настоящее время в связи с развитием миниатюрной электронной техники осуществление экспресс-информации стало значительно более доступно и с каждым годом упрощается. Экспресс-информация позволяет уже в следующей попытке (а нередко и уже в ходе СДД) скорректировать систему телодвижений и движений, чтобы избежать допущенной двигательной ошибки. При этом широко используются экстраполяции.

Экстраполяция – определение по информации о ходе и развитии процесса в некоторой ограниченной области или в ограниченном временном интервале развития этого процесса в другой области или в

другом временном интервале. Экстраполяция может состоять: а) в распространении закономерностей, полученных наблюдением части явления, процесса на другую его часть (части); б) в распространении закономерностей и данных, полученных наблюдением прошлого состояния и функционирования объекта, на его будущее состояние и функционирование; в) в нахождении по ряду известных (заданных) значений функции ее значений вне этого ряда. Экстраполяция – один из важнейших методов познания при неполной информации. В ходе управления своими движениями, двигательными действиями, при решении двигательных задач непрерывно осуществляются (на бессознательном, подсознательном, сознательном уровнях) экстраполяции, иначе невозможна была бы сколько-нибудь эффективная двигательная активность, не говоря уже об оценивании ее субъектом действий (да и наблюдателями).

Человек экстраполирует постоянно как во времени, так и в пространстве, иначе он просто не мог бы организовывать свою активность и соотносываться с активностью других людей, животных, машин, факторов природы. Примеры: чтобы перейти через проезжую часть, нужно произвести экстраполяцию своего движения и движения автомашины на предмет нежелательной «встречи» между ними: если по расчётам встречи не должно быть – можно переходить; чтобы принять мяч, нужно по начальной части его траектории рассчитать место встречи с ним. При наблюдении за выполнением спортсменом двигательного задания нужно предвидеть, как в следующий момент будет развиваться система его телодвижений и движений – иначе трудно заметить даже важные детали.

Сейчас в практике спортивной тренировки в оценивании выполнения двигательных заданий фактически господствует эмпиризм. Эмпиризм в оценивании – оценивание, основанное на данных прошлого практического опыта, с явным игнорированием теоретических представлений и соображений. Конечно, опыт тренера – главное его оружие, но все же пренебрежение тем, что дает теория, резко снижает эффективность подготовки.

Контроль за оперативной («сегодняшней» или даже «сиюминутной») технической подготовленностью (состоянием) спортсменов называют оперативным. Его проводят повседневно, используя наблюдение и сравнительно простые, не требующие больших затрат времени и сил тесты или контрольные упражнения. Оперативный контроль, рассматриваемый как одиночный, имеет диагностическое значение. Однако сравнительный анализ результатов многократного проведения

оперативного контроля (такой анализ проводят в ходе текущего контроля) показывает динамику развития состояния спортсмена и потому носит прогностический характер.

Текущий контроль за технической подготовленностью – регулярное (в рамках тренировочных *микроциклов* и *мезоцикла*) определение содержания, изменений, *особенностей* и *освоенности спортивно-технических арсеналов спортсменов, а также анализ динамики результатов оперативного контроля*. Помимо результатов оперативного контроля, в нем анализируются результаты выполнения спортсменами 2–3 раза в месяц более сложных, чем в ходе оперативного контроля, контрольных заданий и тестов. Текущий контроль за технической подготовленностью дает материал для коррекции хода технической подготовки.

Этапный контроль над технической подготовленностью состоит из проведения и анализа ее в конце очередного этапа подготовки и разностороннего комплекса тестов и контрольных упражнений. Сравнив полученные результаты с результатами предыдущего этапного контроля, можно подвести итоги эффективности технической подготовки в рассматриваемом этапе. Этапный контроль обычно требует посвящения проведению контрольных упражнений и тестов 1–2 дней, отменив соответствующие тренировочные занятия. Контрольные упражнения и тесты, проводимые в ходе этапного контроля, должны быть технически трудными для обследуемых.

Оценивание технической подготовленности можно проводить сравнением владения техникой конкретных двигательных заданий с некоторым их «эталонным» образцом. За такой образец могут быть приняты либо образ этого упражнения, сформировавшийся у тренера, либо конкретное выполнение данного упражнения элитным спортсменом, образцово владеющим тем же вариантом техники СДД, который реализуется обследуемым спортсменом.

14.3. Техническая подготовка и контроль над ней

14.3.1. Спортивно-техническая подготовка

Техническая подготовка – та часть (*сторона*) подготовки спортсмена, содержание которой – формирование у него спортивных двигательных навыков и умений, профилактика и преодоление спортивных двигательных ошибок (борьба с ними). Это процесс формирования спортивно-технической подготовленности. Назначение спортив-

но-технической подготовки в формировании и совершенствовании спортивных двигательных умений, а следовательно, и входящих в их состав спортивных двигательных и недвигательных навыков. Техническая подготовка определяет формирование возможностей спортсмена в целевой (нужной ему) двигательной реализации его способностей – оперативного состояния целевых свойств его организма.

В разделе 14.1.1. было показано значение внутреннего действия в выполнении спортивных двигательных заданий. Поэтому логично говорить о том, что в конечном счете техническая подготовка направлена в значительной мере на формирование адекватных внутренних действий и способности их реализовать, то есть на формирование соответствующих спортивных двигательных навыков – важнейших компонентов спортивных двигательных умений. Другие компоненты двигательных умений, формируемые в процессе технической подготовки, это: 1) способность формировать эффективные модели реальной спортивной действительности (спортивные двигательные ситуации), в соответствии с которыми и ориентируясь на цели нужно формировать спортивные двигательные задачи (СДЗ); в эти ситуации входят модельные представления о внешней предметной среде (включая партнеров и противников как механические тела), о существенных для решения СДЗ закономерностях, не зависящих от субъекта, о своем состоянии, об имеющихся в течение хода решения СДЗ своих целевых возможностях (средствах для решения сформированных СДЗ), о принятых субъектом ограничениях на применение этих средств; 2) способность конструировать желаемую конечную (итоговую) ситуацию решения СДЗ; 3) способность оценивать ход и результаты решения СДЗ.

При этом значительная, обычно большая часть тренировочного времени и усилий в ходе технической подготовки тратятся на преодоление технических ошибок (появление которых неизбежно), то есть на совершенствование уже в известной мере сформированных целевых двигательных и недвигательных навыков и интегрирующих их умений. Поэтому вопрос о спортивных двигательных ошибках и борьбе с ними – один из основных в технической подготовке.

14.3.2. Спортивные двигательные ошибки (СДО) и их преодоление

Преодоление СДО далеко не простое дело, поэтому следует на этом остановиться. Борьба с СДО – это борьба за повышение надежности решения СДЗ. Чтобы борьба эта была успешной, нужно СДО

осмыслить (идентифицировать, то есть определить, что это за СДО и каково ее место в их классификации), проанализировать, оценить и затем преодолеть. Что называть СДО?

Следует различать *двигательные отклонения*: 1) любые различия в форме, силе, скорости, направлении, точности, темпе, ритме реальных движений и их систем с запрограммированными; 2) СДО – те из двигательных отклонений, которые, *по мнению оценщика* (того, кто их оценивает: спортсмена, его тренера, судьи, зрителя), *влекут за собой, могут либо могли бы повлечь существенное снижение спортивного результата*.

И еще одно очень важное определение-уточнение.

СДО как *ошибки* существуют *не в реальности, не в самих системах движений, а в оценках, в неизбежно субъективных представлениях оценщика*. И то, что один оценщик в одних обстоятельствах считает ошибкой, другой оценщик или тот же, но в других обстоятельствах ошибкой может не считать. В связи с этим ошибками нередко считают любые заметные отклонения, а то и вполне целесообразные модификации известных схем систем движений, с чем отнюдь не следует бороться.

Систематизации предназначены для того, чтобы понять различные особенности объектов некоторого типа и различать (по этим особенностям-признакам) объекты данного типа между собой. Ниже предлагаются несколько систематизаций СДО по разным классифицирующим признакам. Эти систематизации могут помочь в анализе СДО, а значит, и в их преодолении (рис. 14.7).

Под текущей подразумевается сиюминутная функциональная недостаточность (физическая, психическая). Чтобы анализировать СДО и эффективно бороться с ними, нужно понять причины их возникновения: только их устранение позволяет устранить и саму СДО. Это относится и к систематизациям на рис. 14.7–14.9.

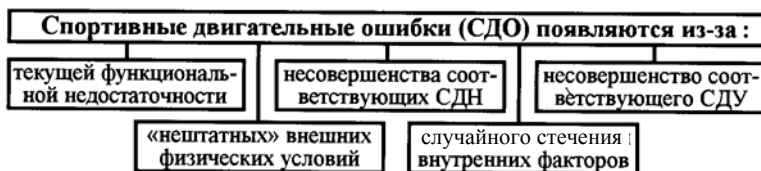


Рис. 14.7. Систематизация СДО по причинам их возникновения. СДН и СДУ – соответственно спортивные двигательный навык и умение. Под текущей подразумевается сиюминутная функциональная недостаточность (физическая, психическая)

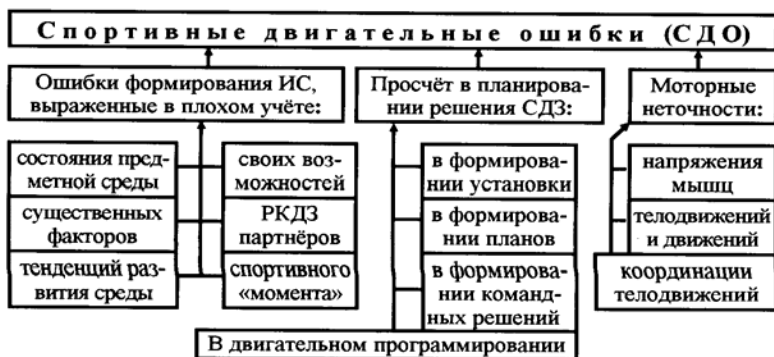


Рис. 14.8. Иллюстративная блок-схема «участия» разных уровней в причинной цепи СДО: ИС – исходная ситуация решения СДЗ, РКДЗ – рефлексивные квазидвигательные задачи



Рис. 14.9. Схема систематизации модальностей (разной физиологической сущности) сфер формирования СДО-причин. СДО-эффект позволяет заметить и по внешним признакам классифицировать СДО, СДО-причина – бороться с ними. Обнаружить СДО-причину часто совсем не просто

Но систематизировать СДО нужно не только по причинам их возникновения, но и по их роду (рис. 14.10).



Рис. 14.10. Систематизация СДО по технико-тактической принадлежности

Технические СДО по причинам их возникновения можно различать так (рис. 14.11).



Рис. 14.11. Систематизация технических ошибок (ТСДО) по источникам их причин. ТСДО – технические СДО. Левая группа – функциональная недостаточность, правая – допущенный промах

На рис. 14.12 показаны этапы осмысления СДО. Используя имеющийся опыт анализа СДО, часто отдельные этапы (а то и несколько этапов) можно пропускать (не осуществлять их содержание).

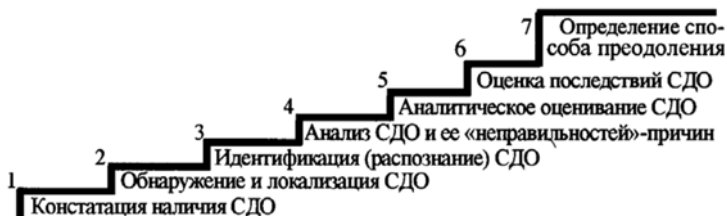


Рис. 14.12. «Лестница» осмысления СДО: показаны последовательно осуществляемые этапы выявления и анализа СДО. К последствиям СДО относится и так называемое последствие

Это относится как к нижним, так и к верхним ступеням «лестницы». Нужно прокомментировать содержание этапов.

1. Без констатации факта наличия СДО невозможна активность по ее преодолению. Но часто этот этап не фиксируется сознанием.

2. Обнаружение и локализация (определение ее места в двигательном действии, во времени, в опорно-двигательном аппарате) СДО тоже обязательный этап, если только со стороны не поступила надежная информация об этом.

3. Идентифицировать СДО, то есть определить, какая именно СДО допущена, далеко не всегда просто: во-первых, при очень жестком лимите времени далеко не всегда удастся все увидеть; во-вторых,

СДО далеко не всегда появляется, когда ее ожидаешь, из-за чего часто не удастся разглядеть ее проявления в деталях, особенно начальную часть; в-третьих, проявления разных СДО бывают схожи; в-четвертых, наконец, именно такая СДО могла раньше и не встретиться и ее можно принять за другую.

4. Анализ СДО состоит не только в прояснении для себя биомеханической и психологической сущности ее деталей, но и в определении ее причины (причин), то есть тех двигательных отклонений, следствием которых она стала. Если не понять СДО-причину, очень трудно избавиться и от СДО-эффекта, то есть видимой нам СДО.

5. Аналитическое оценивание СДО – определение ее «масштаба», значимости для выполнения упражнения в целом или его части, трудности предстоящего преодоления (полного, частичного) СДО-причины и СДО-эффекта.

6. Оценка последствий СДО необходима для их возможного смягчения или компенсации при продолжении двигательной активности.

7. Последний этап – определение наилучшего способа полного или хотя бы частичного преодоления СДО.

На рис. 14.13 показаны разного уровня задачи, которые можно ставить, преодолевая СДО. С каждой ступенью вверх задачи более полного преодоления ошибки, как правило, они и более трудные.



Рис. 14.13. «Лестница» преодоления СДО

1. Подавление последствий СДО – уменьшение их «масштаба» путем использования функциональной избыточности или добавлением специальных телодвижений.

2. Компенсация последствий СДО осуществляется коррекцией техники последующих двигательных действий или даже их замены.

3. Подавление СДО – уменьшение ее «масштаба» путем использования функциональной избыточности или добавлением специальных телодвижений.

4. Компенсация СДО – уменьшение «масштаба» СДО изменением техники выполняемого двигательного действия (в котором возникла СДО) – уменьшение значения СДО в самом процессе ее развития.

5. Заранее ожидая конкретную СДО и зная ее последствия, можно коррекцией техники последующих действий предупредить возникновение этих последствий или ослабить их.

6. Профилактика СДО возможна в тех случаях, когда знаешь, что эта СДО обязательно появится, если не принять специальные меры, предупреждающие ее возникновение.

7. Совершенствуя соответствующий спортивный двигательный навык (СДН), можно избавиться от СДО, то есть преодолеть ее.

8. Совершенствование соответствующего СДУ позволяет избежать СДО даже в нестандартных или затрудняющих условиях.

В тех случаях, когда допущена СДО или грозит ее возникновение, следует говорить о *критической ситуации*.

Критической будем называть неблагоприятную, по мнению субъекта, ситуацию, при возникновении которой он должен так изменить ее, чтобы избежать или уменьшить ожидаемый ущерб (физический или спортивный). Критических ситуаций (КС) избежать невозможно, они возникают по разным причинам и разрешать их нужно по-разному.

Блок-схема на рис. 14.14 иллюстрирует прямые факторы-причины, вызывающие КС, условия, провоцирующие возникновение этих причин, способы выхода из КС.



Рис. 14.14. Факторы, которые могут войти в состав критической ситуации

Успешность выхода, а значит и надежность двигательной активности, во многом зависит от способности спортсмена заметить формирование КС на как можно более ранней его стадии (или на худой конец уже сформировавшуюся КС), разобраться в ней и найти правильный и доступный выход из нее.

14.3.3. Трудность и сложность СДД либо спортивной двигательной задачи

В технической подготовке в ряде видов спорта много значит трудность: унифицированная (то есть формализованная) и индивидуальная (определяемая применительно к конкретному человеку). Оценка трудности упражнения во многом определяет как методику, так и объем технической и физической подготовки спортсмена. К сожалению, часто не различают понятия «трудность» и «сложность» как СДД, так и решения двигательной задачи (СДЗ). Между тем, понятия эти различаются принципиально, по существу, хотя и в какой-то мере «пересекаются».

Трудность спортивного двигательного действия (СДД), решения спортивной двигательной задачи (СДЗ) – характеристика конкретной схемы СДД или решения конкретной СДЗ, определяемая затруднениями при реализации этой схемы (иногда ситуативными, сиюминутными), из-за субъективных психологических и двигательных препятствий (в том числе из-за целевой функциональной недостаточности, ситуативных, сиюминутных двигательных и психологических осложнений и слабостей) при попытках реализации соответствующей схемы, то есть при осуществлении СДД или решении СДЗ. Трудность СДД или решения СДЗ – это субъективная и индивидуальная по своему существу их характеристика (например, выполнение стойки на руках для одного человека представляет собой очень трудное упражнение, а для другого – совсем легкое), но можно, унифицируя, говорить и о трудности для большинства спортсменов или для конкретного их контингента. В ряде видов спорта применяют коэффициент трудности упражнения, на который умножают оценку за качество исполнения, что в целом за неимением лучшего критерия оценивания этой стороны упражнений целесообразно (хотя специалисты не должны забывать: индивидуальная трудность этих упражнений в действительности очень различна).

Сложность – характеристика объективная, ею оценивают количество включенных в СДД или в рассматриваемую их совокупность

элементарных телодвижений и движений и характер связей между ними. Более трудными являются совсем не обязательно более сложные СДД: например, упражнение «крест» на гимнастических кольцах совсем несложно, так как требует лишь отсутствия телодвижений, однако трудность его велика, а такое сравнительно сложное по составу и связям между составными частями упражнение, как шаг мазурки или польки – обладает незначительной трудностью.

Трудность СДД может определяться требованиями, предъявляемыми этими СДЗ к силе тех или иных групп мышц, к координационным возможностям человека, к подвижности тех или иных его суставов, к его смелости. Трудность решения СДЗ может дополнительно к этим содержать и другие компоненты: дефицит времени, трудности в формировании адекватной реальности СДЗ, трудности в программном обеспечении решения СДЗ, в оценивании развития ситуации. Конечно, сложность СДД в определенной мере затрудняет его выполнение и потому является более или менее значимым компонентом его трудности.

14.3.4. Контроль над технической подготовкой занимающихся

Контроль над подготовкой осуществим только при условии, что имеется ее план: контроль заключается, в первую очередь, в том, что проверяют, насколько ход и результаты подготовки соответствуют ее плану. При этом план может существовать в различной форме: он может быть очень подробно расписан, может быть зафиксирован конспективно, порой может быть зафиксирован только мысленно и в этом случае в более или менее развернутой форме или только в общих чертах. Запланированы должны быть также и задачи, методы, методики и организация контроля за выполнением этого плана.

Контроль над технической подготовкой осуществляется в нескольких направлениях. Это контроль:

- 1) над организационной стороной технической подготовки,
- 2) над осваиваемой техникой СДД и их соединений,
- 3) над соответствием технической подготовки функциональным возможностям занимающегося,
- 4) над реализуемой методикой подготовки,
- 5) над уровнем технической подготовленности и его динамикой,
- 6) над соответствием технической подготовки тактическим замыслам,
- 7) над осуществлением контроля в соответствии с планом.

Оперативный контроль над технической подготовкой – это контроль за реализацией ее *оперативного* плана, включающий в себя оценивание с позиций выполнения этого плана содержания технической подготовки на данном тренировочном занятии или в ходе тренировочного дня, а также применяемой ее методикой. Оперативный контроль обычно не связан со сколько-нибудь сложными измерениями и другого рода тестированием, чтобы существенно не мешать проведению тренировочного процесса, не разрывать ткань урока (тренировочного занятия).

Текущий контроль за технической подготовкой – регулярный (в соответствии с *текущим* планом, в рамках тренировочных микроциклов и мезоцикла контроль за ходом (содержанием, методикой) и результатами технического совершенствования спортсменов, за его текущим («усредненным», устойчивым) состоянием, его особенностями, изменениями, за организационными характеристиками тренировочного процесса (регламентацией, материальным и методическим обеспечением), за реализацией спортсменами своей технической подготовленности на соревнованиях в данном мезоцикле. Процедуры текущего контроля могут быть сложнее, чем при оперативном контроле. Результаты контроля и сделанные выводы фиксируют в соответствующих графах плана тренировки.

Этапный контроль за технической подготовкой проводят в конце каждого этапа подготовки (в соответствии с этапным планом) для выявления и оценивания уровня технической подготовленности и ее отличия от уровня конца предыдущего этапа, то есть достигнутых за этап результатов технической подготовки, соответствия их плановым заданиям. Это помогает оценить методику тренировки, меры по ее улучшению. Для проведения этапного контроля специально выделяются 1–2 дня, обычно тренировки в эти дни отменяют. Сложность процедур лимитируется их информативностью и целесообразностью. Проводится анализ и формируется оценка технической подготовки на этапе, ставятся задачи на следующий.

Этапы осуществления визуального контроля за спортивной двигательной активностью (СДА) – 4 этапа: 1) определение объектов контроля, времени, места, программы наблюдения; 2) проведение наблюдения и фиксация его данных; 3) обработка данных наблюдения, их фиксация, анализ; 4) формирование оценок и выводов, их фиксация, сравнение, анализ.

Этапы осуществления инструментального контроля за реализацией техники спортивного двигательного действия (СДД) – 5 этапов: 1) определение характеристик, подлежащих измерению, состава необходимой для этого аппаратуры, времени и места проведения измерений, составление (или принятие готовой) программы; 2) подготовка спортсменов, рабочего места, аппаратуры; 3) проведение измерений и фиксация их результатов; 4) обработка полученных данных измерений, оценивание результатов; 5) формирование и фиксация выводов о подготовленности и подготовке спортсменов.

14.3.5. Совершенствование техники и ее реализации

Необходимо четко различать совершенствование техники СДД как схемы системы телодвижений и движений и совершенствование ее реализации как способности правильно, без существенных отклонений реализовать эту схему, то есть выполнить систему телодвижений и движений в соответствии со схемой.

Совершенствование техники СДД состоит в том, что 1) добиваются соответствия техники с правилами и традиционными представлениями вида спорта, 2) повышают ее структурную механическую целесообразность, 3) телодвижения и их сочетания адаптируют к физическим особенностям предполагаемого исполнителя, 4) добиваются хорошей управляемости телодвижениями и движениями с учетом управленческих возможностей и особенностей исполнителя, 5) стараются как можно лучше сочетать названные стороны техники.

Совершенствование реализации техники СДД – это формирование, во-первых, соответствующего (целевого) двигательного навыка, то есть управленческой функциональной подсистемы, позволяющей осуществить стандартный вариант этого СДД при условии нормативных внешних условий и нормативных для данного исполнителя оперативных двигательных функциональных возможностей, а также целевого умения – способности удовлетворительно моделировать реальность и удовлетворительно оценивать ее применительно к выполнению данного СДД (в том числе свои оперативные двигательные функциональные возможности), знания того, как включать данное СДД в нужную систему СДД с учетом правил вида спорта и особенности внешних условий, способность по мере необходимости вносить коррекции или радикальные изменения в выполнение СДД.

Немалое значение может иметь энергетическая стоимость упражнения, двигательного задания – затраты энергии, работа, необходимая

для выполнения упражнения, двигательного задания. Чаще имеют в виду не механическую, а метаболическую энергию, следовательно, не механическую, а физиологическую («внутреннюю») работу. Энерготраты – затраты метаболической энергии на осуществление конкретной (осуществленной, предполагаемой, заданной) активности, в физическом воспитании и спорте обычно это двигательная активность (выполнение двигательного задания). Эти затраты зависят в том числе и от экономичности выбранного технического варианта и степени экономичности его реализации.

14.3.6. Техническое оснащение обучения и тренировки

Принято не совсем, на наш взгляд, корректное разделение понятий «обучение» и «тренировка». При этом к обучению относят ознакомление с некоторым упражнением и его первоначальное освоение, а к тренировке – совершенствование выполнения упражнений, двигательных заданий. В действительности между этими процессами не существует границы, они все время переплетаются между собой. Поэтому нет смысла радикально разводить эти понятия.

Технические средства обучения и тренировки (ТСО) – различного рода оборудование, установки, устройства, помогающие в обучении – двигательном и теоретическом. Это тренажёры, визуальные, аудио- и видео средства, компьютеры, оснащённые нужными программами, аппаратура для разностороннего и разнообразного контроля подготовленности и подготовки спортсменов, компьютеризованные или оснащенные процессорами тренажеры и средства информации.

Технические средства спортивной подготовки – тренажеры и тренажерные установки, вспомогательное оборудование мест занятий (поролоновые ямы и маты, вспомогательные снаряды, зеркала), средства измерений, видеоманитофоны, компьютеры, средства срочной информации. Технические средства спортивной подготовки, которые могут быть использованы как в физической, так и в технической, тактической, психологической, теоретической подготовке, объединяются несколько более широким понятием ТСО.

Быстрое развитие электронных (в том числе видео- и компьютерных) технологий уже сейчас дает возможность не только фиксировать видеоряд, но и разнообразно в автоматическом режиме анализировать

и даже синтезировать фрагменты двигательной активности. Эти возможности быстро возрастают и по сложности решаемых задач, и по доступности оборудования для целей спортивной подготовки. Причем сейчас (в связи с многократным увеличением быстродействия персональных компьютеров) значительно упростилось компьютерное программирование тренировочного процесса, в частности, разработка и использование так называемых экспертных программ. Пока это касается функциональной подготовки, но скоро, по-видимому, станет возможной разработка экспертных программ спортивно-технической подготовки.

Но наряду с тренажерами и контролирующими устройствами, содержащими сложную электронную «начинку», в достаточной мере перспективны и механические тренажеры, в том числе императивные либо имитирующие характер сопротивления. Тренажеры могут содержать и пневматические, гидравлические, магнитные, электрические, и электромеханические компоненты.

Немаловажен вопрос о соответствии характера нагрузки, получаемой в процессе работы с тренажером, характеру работы опорно-двигательного аппарата при выполнении целевых спортивных двигательных заданий. Это относится как к величине и динамике сопротивления, так и к суставным углам, при которых преодолевается сопротивление, задаваемое тренажером.

Тренировка с использованием различного рода тренажеров, притом все более сложных, завоевывает возрастающее место в физическом воспитании (самодеятельном и организованном) и спортивной подготовке. Можно ожидать, скоро начнется все более интенсивные разработка и распространение императивных (принуждающих) тренажеров, что станет важным шагом в методике технической подготовки, где пока из ТСО доминирующее положение занимает видеоаппаратура. В частности, применение императивных тренажеров – важное средство профилактики технических ошибок.

Техническая ошибка – отклонение от программы телодвижений и движений (то есть техники СДД), вызывающее либо повышение функционального запроса выполняемого упражнения, либо — это относится к *видам спорта с целевыми морфоструктурами* – «незаконное» снижение требований к его выполнению, либо нарушение правил вида спорта. Определяется это в основном субъективно, поэтому

следует сказать, что в двигательной активности существуют *отклонения от запланированного*, а *ошибка* существует не в самом по себе выполнении упражнения, а в оценке – *в оценке выполнения упражнения* конкретным человеком.

Нередко технические ошибки – результат рискования. Ведь помимо физического риска (риска получить травму) существует технический риск – опасность неудачно выполнить (или вообще не выполнить) двигательное задание. Технический риск содержит компоненты, зависящие от особенностей двигательного задания и того уровня качества его выполнения, который рассматривается как приемлемый, от степени освоенности выбранного варианта техники, от внешних условий, физического и психического состояния спортсмена, от способности эффективно управлять вниманием. Технический риск особенно значим, конечно, на соревнованиях, где появление технических ошибок более значимо.

14.3.7. Оценивание как компонент контроля

Результаты наблюдения необходимо оценить в соответствии с конкретными педагогическими потребностями, без этого нельзя дать им педагогически значимую интерпретацию. Рассмотрим этапы оценивания.

Этапы (стадии) оценивания – следующие друг за другом части процедуры оценивания. Можно различать 4 этапа: I – планирование содержания и процедур оценивания, их организации и соотношения, выбор и приведение в соответствие с контингентом и условиями норм и критериев оценивания, единиц измерения, шкал, посредством которых предстоит преобразовывать результаты измерений, наблюдений, проб в оценки; II – измерения, наблюдение, тестирование, проведение контрольных испытаний (в том числе контрольных упражнений), использование различных форм и разновидностей изучения объекта (спортсмена), III – преобразования результатов в очки, баллы, проценты, условные единицы, места: получение промежуточных оценок; IV – сравнение промежуточных оценок с нормами, критериальными (граничными, табличными) значениями, образцовыми параметрами и на этой основе выведение качественных оценок, сначала промежуточных (этап IV, а), затем итоговых (этап IV, б).

Один из этапов иногда пропускают, а чаще – осуществляют неявно (обычно сам оценщик не осознает). См. схему на рис. 14.15:



Рис. 14.15. Этапы оценивания: их последовательность, содержание, применяемые процедуры, используемые средства

14.4. Тактическая подготовка и контроль над ней

14.4.1. Тактическая подготовленность и подготовка

Тактическая подготовленность – характеристика или уровень способности спортсмена (спортивной команды) адекватно внешним и внутренним реальным условиям формировать и решать тактические спортивные задачи, формировать и осуществлять тактические замыслы, приобретенные в результате *тактической подготовки*. Тактическая подготовленность в большой мере определяется также уровнем физической и технической подготовленности и способностью правильно оценивать свои текущие целевые возможности в осуществлении тактических замыслов, схем, формирования и решения задач. Перечислим содержание некоторых основных понятий.

Тактический вариант – вариант общего тактического плана активности спортсмена (команды) на данных соревнованиях или на их отдельной части (отдельные бой, игра, забег и т. п.). *Тактический за-*

мысел – наметки тактического варианта, тактического плана. *Тактический ход* – план реализации намеченной цели посредством выполнения нераздельной алгоритмизированной комбинации технико-тактических действий, своего рода «тактической единицы».

Тактическая задача (спортивная) – несколько условное название интеллектуальной, а по большей части интеллектуально-двигательной *сложной* задачи, нередко *блока* сложных задач, решение которой (которых) по замыслу должно обеспечить наилучшее использование спортивных двигательных возможностей спортсмена (спортивной команды) для реализации сформированной («поставленной») спортивной цели. В конечном счёте решение обеспечивается *двигательно*. В решение входят принятие тактического решения и тактические ходы, состоящие из тактико-технических действий.

Технико-тактические действия – действия, которыми в конечном счете решается тактическая двигательная задача, техническая же сторона – служебная. Это двигательное *самозадание*, выполнение которого осуществляется отдельным СДД или соединением из нескольких СДД. Количество технико-тактических действий (ТТД), осуществлённых спортсменом за рассматриваемый отрезок его спортивной двигательной активности (1 тренировка или ее фрагмент, тренировочный цикл или период, соревнования или их фрагмент, ряд соревнований) – важный показатель активности; состав (перечень, относительные частоты) характеризует тактику и тактическую подготовленность спортсмена. Состав, успешность и качество выполнения характеризуют его техническую подготовленность.

Тактическая подготовка – одна из сторон спортивной подготовки, заключающаяся в формировании умения *адекватно* реальности, т. е. правильно учитывая текущие внешние и внутренние реальные условия и оперативные (сиюминутные) возможности (свои, партнеров, противников), решать тактические задачи: своевременно оценивать сложившуюся обстановку, выбирать с учетом своих возможностей и осуществлять эффективные тактические ходы (построения) как и отдельные технико-тактические (тактические, сопряженные с техническими требованиями) и тактико-технические (технические, имеющие тактическую значимость) действия.

Важную роль в тактической подготовке играет анализ *тактических ошибок* – ошибки в построении рассматриваемого фрагмента

спортивной двигательной активности. Это могут быть а) ошибки в построении принципиальной деятельностной схемы активности, в выборе самого характера этой активности, т. е. в формировании тактического замысла; б) ошибки в выборе конкретных двигательных действий и вариантов их техники, то есть в формировании тактических задач; в) ошибки в решении тактических задач, т. е. в формировании соответствующих СДЗ; г) ошибки в решении СДЗ, в том числе в осуществлении конкретных СДД. *Ошибки* – отклонения от оптимальной активности, ставшие (при анализе – могли или могут стать) причиной существенного снижения спортивного результата.

В командных видах спорта помимо индивидуальных тактических задач огромную роль играет *командная тактика*, то есть определенным образом ориентированная и организованная совокупность тактических задач и их решений. Тактический арсенал команды – тактическая вооружённость команды: освоенность ею некоторой системной совокупности тактических ходов и приёмов, тактико-технических действий. Тактический арсенал спортсмена – вся совокупность *тактических ходов* и тактико-технических действий, освоенных спортсменом, т. е. тех, которые он в достаточной степени уверенно умеет удовлетворительно осуществлять.

Плодом спортивной тактической подготовленности является *спортивное тактическое мышление*. Спортивное тактическое мышление тренера включает способность разрабатывать и анализировать эффективные в конкретной реальности тактические варианты и тактические ходы для использования их спортсменами. Спортивное тактическое мышление спортсмена состоит в способности оперативно и адекватно формировать и анализировать (для себя) сиюминутную спортивную ситуацию и своевременно принимать эффективные тактические решения самостоятельно и по заданию тренера.

14.4.2. Контроль за тактической подготовленностью и подготовкой

Осуществляя контроль над тактической подготовленностью и подготовкой, можно вносить коррективы в подготовку и принимать (и актуализовать) на соревнованиях рациональную (в конкретных типовых спортивных условиях, с учетом возможностей команды и отдельных спортсменов) тактику – осуществлять отвечающее намечен-

ной спортивной цели двигательное поведение. При этом следует различать индивидуальную, групповую и командную тактику.

Текущий контроль за тактической подготовленностью и подготовкой – повседневное определение (в рамках тренировочных *микrocиклов* и *мезоцикла*) уровня тактических мышления и подготовленности спортсменов и команды, их изменений, индивидуальных и командных *тактических арсеналов*, уровня и особенностей их освоенности, их развития, а также содержания и методического уровня обеспечения совершенствования спортсменов в тактико-технических действиях, развития их тактического мышления. Результаты контроля и сделанные выводы фиксируют в соответствующих графах плана тренировки. Расхождение между параметрами плана и реальных результатов оценивают и вносят нужные коррекции в тренировку.

Этапный контроль за тактической подготовленностью и подготовкой – выявление и оценивание (в конце этапа подготовки) тактической подготовленности спортсмена (команды), её характера и уровня, сопоставление с плановыми заданиями, в связи с этим анализ методики и эффективности подготовки на рассматриваемом этапе, позволяющий внести целесообразные коррекции в тактическую подготовку, в оценку тактических возможностей команды и отдельных спортсменов, формировать реально реализуемые тактические замыслы для соревнований.

В разных видах спорта различно соотношение значимости индивидуальной и групповой (командной) тактической подготовленности и соответственно подготовки. В индивидуальных видах спорта роль групповой тактики незначительна, в командных она главная, и индивидуальная тактика (в этом случае микротактика – тактика реализации техники двигательных действий.) ее в основном «обслуживает». Тактическую подготовку целесообразно проводить не только отдельно от других сторон спортивной подготовки, но и вкрапляя отдельные связанные с ней вопросы в процесс технической, психологической, теоретической и даже физической подготовки.

Контроль над командной тактической подготовленностью осуществляется 1) проверкой знаний о компонентах командной тактики и об их соответствии типовым ситуациям, 2) оцениванием выполнения тактических заданий на тренировке, 3) оцениванием выбора и осуществления командных тактических действий в тренировочных и сорев-

новательных поединках. Контроль над командной тактической подготовкой заключается в прослеживании отклонений от ее плана и во внесении коррекций в подготовку при обнаружении отставания от запланированных результатов. Следует учесть, что различная динамика спортивной подготовленности членов команды (группы) нередко заставляет менять тактические построения и роли в них разных членов команды (группы).

Контроль над индивидуальной тактической подготовленностью и подготовкой осуществляется в принципе теми же способами. Но при этом следует иметь в виду, что тактическая подготовка неразрывно связана как с физической, так и с технической и даже психологической подготовленностью спортсменов.

Основные понятия

Адаптация техники СДД, его технологии	Реализованная техника СДД, их системы
Безопасность техники СДД	Реализованная технология СДД, их системы
Вариабельность техники СДД	Совершенствование техники, ее реализации
Вариативность реализации техники СДД	Спортивная подготовка
Внешнее действие	Спортивная подготовленность
Внутреннее действие	Спортивная техника
Двигательные коррекции	Спортивное мастерство
Затратность реализации техники СДД	Спортивно-технический арсенал (тренировочный, соревновательный)
Затратность техники СДД	Спортивно-техническое мастерство
Компенсация СДО	Спортивные двигательные навыки и умение
Комфортность техники СДД	Спортивные двигательные ошибки (СДО)
Коррекции	Сравнительный анализ
Критические ситуации	Срочная информация
Механическая производительность техники СДД	Стороны спортивной подготовки
Надежность реализации техники СДД, их систем, решения спортивных двигательных задач	Стороны спортивной подготовленности
Оперативный контроль	Субдействия
Освоенность СДД, спорт.- технического арсенала	Тактика индивидуальная и коллективная
Основной механизм	
Оценивание как компонент контроля	
Реализация техники СДД, их системы	
Реализация технологии СДД, их системы	

Тактика спортивной двигательной активности: обучения, тренировки, других видов спортивной подготовки
 Тактико-техническое действие
 Тактическая задача
 Тактическая подготовка
 Тактическая подготовленность
 Тактические варианты, замысел, ход
 Тактический арсенал
 Тактическое мышление
 Текущий контроль
 Техника рациональная и целесообразная
 Техничко-тактическое действие
 Техническая основа двигательного действия
 Технические средства
 Технология СДД – схема внутреннего действия

Трудность и сложность
 Функциональный запрос спортивного двигательного задания
 Целевые функциональные: недостаточность, достаточность (соответствие), резерв
 Экономичность реализации техники
 СДД
 Экономичность техники
 Экспресс-информация
 Экстраполяция
 Эстетичность техники
 Этапный контроль
 Эффективность тактики
 Эффективность техники

Контрольные вопросы

1. Что такое техника и технология СДД?
2. Что такое внешнее и внутреннее действия, как они взаимосвязаны?
3. Что такое реализация техники СДД, реализация его технологии?
4. Что такое технические подготовленность и подготовка?
5. Что такое спортивное и спортивно-техническое мастерство (подготовленность)? Что такое спортивно-технический арсенал и его освоенность?
6. Каковы критерии эффективности техники СДД?
7. Что такое безопасность, затратность, комфортность техники СДД?
8. Что такое механическая производительность?
9. Что такое вариативность техники СДД и вариативность ее реализации?
10. Что такое адаптация техники и технологии СДД к ситуации?
11. Что такое надежность СДД, решения двигательных задач?
12. Что такое оперативный, текущий, этапный контроль?
13. Что такое совершенствование техники СДД и что такое совершенствование ее реализации?
14. Что такое рациональная и что такое целесообразная техника СДД?

15. Что такое функциональный запрос двигательного задания, целевые функциональные недостаточность, достаточность (соответствие), резерв?

16. Что такое спортивная двигательная ошибка (СДО)? В чем отличие СДО от спортивного двигательного отклонения? В чем сущность профилактики СДО?

17. Что такое идентификация СДО и в чем состоят связанные с ней трудности?

18. Что такое подавление и компенсация СДО? Ее последствий?

19. В чем заключается анализ и оценивание СДО и ее последствий?

20. Почему нужно различать СДО-эффект и СДО-причину?

21. Что такое критические ситуации? Чем различаются ситуации (в процессе осуществления спортивной двигательной активности) ожидания очень вероятной конкретной СДО, ожидания вероятных разных СДО, уже начавшейся СДО, после состоявшейся СДО?

22. Что такое тактические мышление, вариант, задача, ход?

23. Что такое тактическая подготовленность и подготовка, арсенал?

24. Что такое сложность и что такое трудность двигательного задания?

25. Что Вы знаете о технических средствах обучения и тренировки?

26. Как можно использовать технические средства обучения и тренировки для контроля за подготовленностью и подготовкой спортсмена или спортивной команды?

Рекомендуемая литература

1. Зациорский, В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979.

2. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004.

3. Коренберг, В. Б. Основы спортивной кинезиологии : учеб. пособие для студентов физ. вузов. – М. : Сов. спорт, 2005.

4. Коренберг, В. Б. К теории спортивной двигательной активности / В. Б. Коренберг // Теория и практика физической культуры, 2007. – № 2. – С. 7–11.

Глава 15. КОНТРОЛЬ НАД ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬЮ И ПОДГОТОВКОЙ

В этой главе лишь очень кратко и в самых общих чертах рассматриваются психологическая и теоретическая подготовленность и подготовка и контроль над ними, поскольку они гораздо более подробно и конкретно должны рассматриваться в курсах спортивной психологии и теории и методики избранных видов спорта.

15.1. Психологическая подготовленность и подготовка

15.1.1. Роль психологической подготовленности и психологических особенностей занимающихся

В спорте, а тем более в физическом воспитании, обычно недостаточно внимания уделяют психологическим особенностям и общей и целевой психологической подготовленности занимающихся, больше заботятся об особенностях и подготовленности физической и технической. Между тем формирование спортивных двигательных возможностей во многом определяется именно психологическими особенностями и возможностями. Они сказываются на эффективности всех сторон подготовки, в том числе физической, технической и тактической, и, конечно, на спортивных результатах.

Но в первую очередь психологические особенности человека проявляются в его психологической подготовленности. Степень возбудимости, заторможенности, обидчивости, агрессивности или толерантности, быстроты понимания, запоминания, вспоминания, способности управлять своим вниманием, экстра- и интравертности, тревожности или уверенности в себе, управления вниманием и эмоциями проявляется в характере реакций и в освоении желаемых моделей поведения. Важны и способность убеждать, отстаивать свое мнение; и в то же время очень важная способность – соглашаться с логичными доводами.

Психологическая подготовленность имеет разные стороны. Основные из них показаны на рис. 15.1.

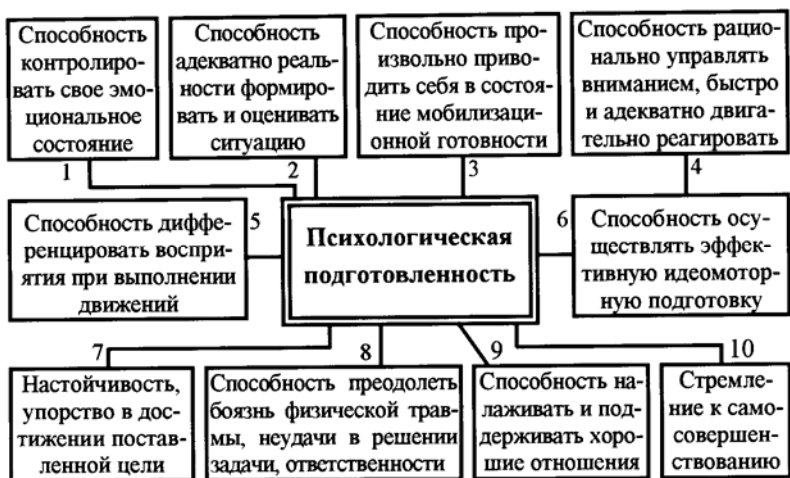


Рис. 15.1. Основные компоненты психологической подготовленности

Поясним содержание блоков схемы на рис. 15.1.

1. *Способность контролировать свое эмоциональное состояние.* Приобретение этой способности во многом зависит (а иногда в основном и предопределяется ими) от врожденных или сформировавшихся в ходе жизни свойств нервной системы. Но по большей части этого достигают – с большим или меньшим трудом – направленной психологической подготовкой. Для этого нужно не только использовать складывающиеся на тренировке или соревнованиях обстоятельства, но и специально моделировать их – внешними условиями или мысленно.

Необходимо обучать спортсменов приемам управления своим эмоциональным состоянием, а осуществляющих командные (групповые) виды спортивной двигательной активности также и приемам помощи партнерам в таком управлении.

2. *Способность адекватно реальности формировать и оценивать ситуацию.* Ситуация – это модель реальности, ориентированная на решение конкретной задачи. Формирование и оценивание ситуации, с одной стороны, – одновременно выполняемые и «переплетающиеся» мыслительные акты: в достаточной мере осмысленное моделирование реальности невозможно без ее (ситуации) предварительного оценива-

ния. С другой же стороны, уже после того как ситуация сформирована, нужно ее оценить для того, чтобы логично определить план своей активности. Оценивать нужно и трудности, и благоприятные факторы, и присущие ситуации типичные стороны, и ее особенности.

Поэтому спортсмену нужны соответствующие знания и опыт. Их приобретение – часть психологической подготовки.

3. *Способность произвольно приводить себя в состояние мобилизационной готовности.* Мобилизационная готовность – психологическое состояние, благоприятное для достижения возможно большего (применительно к текущему уровню специальной подготовленности) спортивного результата на соревнованиях. Чтобы уровень мобилизационной готовности был высоким, нужно стараться оптимизировать свое эмоциональное состояние (чтобы оно было в нужной степени напряженным, чтобы был разумный баланс положительных и отрицательных эмоций, включая так называемую «спортивную злость»), нужно стараться оптимизировать концентрацию («собранность») внимания и добиться его устойчивости, настроиться на осуществление нужного рода двигательной активности в ожидаемых конкретных условиях, для чего наряду с целесообразной разминкой нужна идеомоторная настройка и продумывание основного и «запасных» планов предстоящих действий и критериев срочного изменения основного плана. Нужна, наконец, «настройка на конкретного противника». В спорте умение формировать в нужный момент свою мобилизационную готовность значит очень много, и не только на соревнованиях, но и в ходе тренировки.

4. *Способность рационально управлять вниманием, быстро и адекватно двигательно реагировать.* Способность рационально управлять своим вниманием в какой-то мере предопределена соответствующими психическими способностями, но и специально тренируема. А адекватность реагирования определяется в основном целевым опытом и способностью быстро реагировать, но также и рассудительностью. Управление вниманием – один из важнейших факторов обеспечения надежности двигательной активности.

5. *Способность дифференцировать восприятия при выполнении движений.* Способность дифференцировать восприятия позволяет не только различать нюансы выполнения телодвижений и движений, но и добиваться точности их выполнения, что, в свою очередь, требует «тонкости» восприятий и потому «воспитывает» их.

6. *Способность осуществлять эффективную идеомоторную подготовку.* Идеомоторная подготовка включает в себя формирование способности осуществлять идеомоторное конструирование, идеомоторную тренировку, идеомоторную настройку, идеомоторное сопровождение (последнее включает в себя идеомоторное опережение).

Идеомоторное конструирование – «сочинение» и мысленное представление выполнения спортивных двигательных действий и (или) их соединений. Представлять себе нужно не только внешний вид (как бы глядя со стороны) конструируемых действий, но и свои предполагаемые восприятия и образы, которые должны сопровождать эти действия при их реальном выполнении. Опирайтесь при этом нужно, конечно, на свой сенсорно-двигательный опыт выполнения в чем-то сходных действий.

Идеомоторная тренировка – мыслительная активность, направленная на овладение намеченным упражнением путем попыток его идеомоторного выполнения. Сформировав соответствующее умение, спортсмен может значительно ускорить освоение многих трудных упражнений.

Идеомоторная настройка – предварительное идеомоторное (мысленное) выполнение двигательных действий «в порядке разминки» перед их реальным выполнением. Идеомоторная настройка «мобилизует» нужную программу двигательной активности и афферентную программу (программу *должных* восприятий и образов, то есть тех восприятий и образов, которые мы ожидаем получить при реальном выполнении двигательных действий), «освежает» их в памяти, тем самым настраивает нервно-мышечный аппарат и двигательные центры, облегчая управление нужными (планируемыми) телодвижениями и движениями.

Идеомоторное сопровождение двигательной активности состоит в том, что спортсмен в ходе ее все время чуть-чуть опережает выполнение реальных телодвижений и движений их идеомоторным выполнением, что обеспечивает лучшее сопоставление («сличение») реально поступающих восприятий и образов с должными, а значит и более эффективное осуществление двигательных регуляций.

7. *Настойчивость, упорство в достижении поставленной цели.* Важность этих психических свойств очевидна. Они вырабатываются в первую очередь, конечно, в ходе обыденной жизни и специальными педагогическими и психологическими воздействиями в ходе спортивной подготовки.

8. *Способность преодолеть боязнь физической травмы, неудачи в решении задачи, ответственности.* Способность преодолевать боязнь физической травмы (идти на *физический риск*) принято называть смелостью (если это связано с тенденцией недооценивать опасность или с недостаточно серьезным отношением к опасностям вообще, говорят о бесшабашности, о безрассудной смелости). Беспечное отношение к опасностям в спорте недопустимо, но и чересчур опасливое к ним отношение часто не позволяет добиваться спортивных успехов.

Что же касается преодоления страха перед опасностью неудачи в решении сформированной двигательной задачи (человек идет на *технический риск*), то такую способность называют решительностью. Она должна быть сопряжена с рассудительностью, со способностью взвесить за и против. То же можно сказать о преодолении боязни ответственности.

9. *Способность налаживать и поддерживать хорошие отношения:* с партнерами по команде, товарищами по тренировке, настроенность на взаимопомощь. Эта способность связана с толерантностью к партнерам и с эмпатией (способностью к сопереживанию), а также с этической воспитанностью. В командных видах спорта эта способность определяет не только то, что называют «атмосферой в команде» (важность этого очевидна), но во многом предопределяет и то, что называют сыгранностью.

10. *Стремление к самосовершенствованию* как спортивному, так и духовному (нравственность, образование, творчество). Наличие такого стремления зависит, конечно, во многом от семейного и школьного воспитания, но немалую, а порой решающую роль может сыграть тренер, его влияние часто оказывается решающим.

Хорошая психологическая подготовленность позволяет спортсмену полноценно тренироваться и уверенно выступать на соревнованиях, а также поддерживать здоровый психологический климат в команде или группе занимающихся.

Различают *общую* психологическую подготовку и психологическую подготовку к конкретным соревнованиям. В составе последней нередко применяют аутогенную тренировку и подготовку. Это приемы комплексного влияния на человека при нервных и психических перегрузках. Комплексность состоит в применении психологических приемов, связанных с отвлечением и последующей произвольной концентрацией внимания, со зрительными, кинестетическими, термическими и др. представлениями, с использованием словесных форму-

лировок, двигательных и дыхательных упражнений – успокаивающих или активирующих.

Но необходима и индивидуализация в подборе приемов саморегуляции и условий их применения, определяемая особенностями и текущим и оперативным состоянием нервной системы, в том числе психики. Индивидуализация аутогенной тренировки и подготовки требует активности занимающегося: сознательного формирования целей, мотивации и мотивов, специфических умений, упражнений и их выполнения, решения об их успокоительном или активирующем характере. Отнюдь не всегда, даже испытывая предстартовое возбуждение, нужно стараться снизить эмоциональное напряжение, для некоторых спортсменов стартовое возбуждение не помеха, а наоборот, благоприятный фактор. Практика показывает, что это часто не учитывают ни тренеры, ни психологи команд.

15.1.2. Контроль над психологической подготовленностью, психическим состоянием, психологической подготовкой занимающихся

Контроль осуществляется путем наблюдений, обычно включающих в себя беседы с наблюдаемыми и с их тренерами, а также применением различных тестов: инструментальных (механических, световых, электронных, комбинированных), табличных (включая основанные на специальных изображениях), опросных. Результаты измерений и многих наблюдений следует подвергать статистической обработке.

Контроль над психологической подготовленностью и подготовкой осуществляется по результатам тестирования, наблюдения на тренировке и соревнованиях, анализа соревновательных результатов. Психологическое тестирование осуществляется с применением специальных опросников (см., например, приложение), рисунков, табличных тестов, аппаратурных методов (например, определением критической частоты световых мельканий, быстроты реакций, реакций кровяного давления, частоты и амплитуды тремора), решением задач, предъявляемых «бегущей лентой». Тестируются концентрация и устойчивость внимания, эмоциональное состояние и управление им, уровни тревожности, агрессивности, толерантности, степень психического утомления, быстрота реагирования, оперативность и адекватность принятия решений.

Наблюдения более доступны, ими можно в некоторой степени заменить тестирование, в ряде случаев наблюдения могут дать инфор-

мацию, которую тестированием по тем или иным причинам получить нельзя.

Психологическую подготовку занимающихся должны проводить отнюдь не только специалисты-психологи, которые работают лишь в сборных командах, крупных спортивных клубах и спортшколах. Она является в большинстве случаев делом только тренеров, да и при наличии штатных психологов это все же в основном дело тренеров. Фактически психологическая подготовка в тех или иных ее формах проводится повседневно в процессе общения тренера с занимающимся: когда тренер дает наставления об управлении своими эмоциями и вниманием, о мобилизации своих двигательных возможностей, о формировании ситуации как модели реальности, ориентированной на решение конкретной задачи, об оценке двигательных возможностей своих, партнеров, противников и т. п.

15.2. Теоретическая подготовленность и подготовка

15.2.1. Роль теоретической подготовленности в физическом воспитании и спорте

Роль теоретической подготовленности (а значит и подготовки) по большей части преуменьшают и сужают до освоения правил вида спорта и простейших представлений о методике тренировки. Между тем хорошая теоретическая подготовленность спортсмена многое определяет и предопределяет в его тренировке и спортивном мастерстве. Теоретическая подготовленность дает возможность эффективно осмысливать свой спортивный (тренировочный, соревновательный, реабилитационный, гигиенический) опыт, в том числе благодаря более эффективному анализу методики подготовки и выполнения спортивных заданий (их технической и тактической сторон), что благоприятствует повышению спортивного мастерства. Она способствует повышению активности занимающихся.

Говоря о теоретической подготовленности, следует иметь в виду, что в нее не входят прикладные и даже фундаментальные знания и умения, традиционно формируемые в рамках физической, технической, тактической и психологической сторон подготовки. Четкой границы между теоретической подготовленностью и теоретическими компонентами физической, технической, тактической и психологической подготовленности нет, имеет место существенное их пересечение.

Основные компоненты теоретической подготовленности показаны на рис. 15. 2. Кратко расшифруем содержание блоков.

1. *Знания о сущности, содержании и правилах спорта вообще, избранного вида в частности.* По поводу знания правил своего вида спорта пояснений не нужно, а вот по поводу сущности и содержания спорта вообще и избранного вида в частности следует заметить, что они не только содержат неясности и трактуются неоднозначно, но и в той или иной степени меняются со временем. Здесь имеют значение и педагогические, и медицинские, и социологические аспекты.

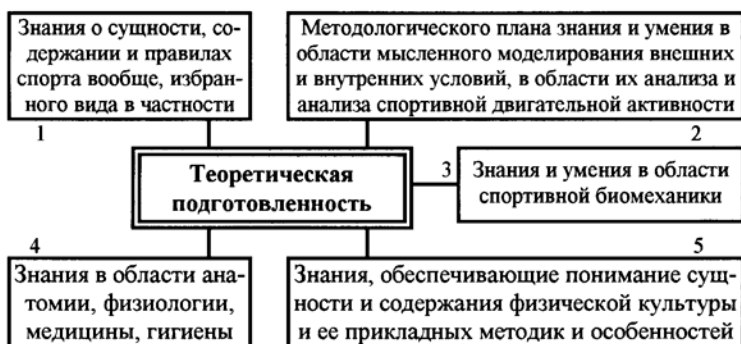


Рис. 15.2. Основные компоненты теоретической подготовленности

2. *Методологического плана знания и умения в области мысленного моделирования внешних и внутренних условий, а также их анализа и анализа спортивной двигательной активности.* Мысленное моделирование реальности (внешних условий, включая свойства партнеров и противников и решаемые ими задачи, и своих текущих и оперативных функциональных возможностей и задач), то есть формирование соответствующих реальности ситуаций, требует немалых специальных знаний и умений, обеспечивающих оперативное получение нужной информации и ее эффективный анализ. Знания нужны и для того, чтобы анализировать и оценивать соответствие результатов двигательной активности требованиям к ней.

3. *Знания и умения в области спортивной биомеханики.* Анализ техники (схемы системы телодвижений и движений, посредством которой спортсмен рассчитывает получить желаемый двигательный результат) спортивных упражнений и ее реализации требуют знаний в области биомеханики. Интуитивные представления и рецептурного

характера сведения, отражающие свой или чужой опыт, часто оказываются несостоятельными. Нужно знать как механику твердого тела, так и физиологические закономерности опорно-двигательного аппарата и энергообеспечивающих систем. А главное, нужно уметь применять эти знания в анализе упражнений и особенно двигательных ошибок. Нужно уметь конструировать или модифицировать технику упражнений, ориентируясь на свои двигательные особенности и уже имеющиеся двигательные умения.

Следует, однако, иметь в виду, что знания в области биомеханики должны быть достоверными и минимально достаточными для решения конкретной решаемой задачи. Если биомеханические познания недостаточны для этого или ошибочны, можно больше навредить, чем принести пользы.

Знания в области биомеханики, даже если они достаточны, непросто применять в анализе двигательной активности. Нужно владеть определенными подходами к анализу и знанием исполнительной сущности анализируемых систем телодвижений и движений. Наконец, нужно иметь в памяти уже решенные похожие задачи.

4. *Знания в области анатомии, физиологии, медицины, гигиены.* Эти знания позволяют контролировать и планировать тренировочный процесс, в первую очередь с позиций предупреждения вредных последствий. Поскольку не все детали тренировки и тем более поведения за рамками организованной тренировки могут быть проконтролированы тренером, нужны познания самого спортсмена.

5. *Знания, обеспечивающие понимание сущности и содержания физической культуры и ее прикладных методик и особенностей.* Эти знания нужны спортсмену как для формирования своего общего гармоничного физического развития и подготовленности (они далеко не бесполезны и для осуществления спортивной двигательной активности), так и на будущее, когда он уже прекратит личную спортивную двигательную активность, будет поддерживать свое физическое состояние или будет помогать в этом другим. Само собой разумеется, эти знания нужны занимающимся физической культурой.

15.2.2. Теоретическая подготовка и контроль над ней

Теоретическую подготовку следует проводить и в форме организованных групповых теоретических занятий или бесед, и в форме групповых или индивидуальных спонтанных кратких обсуждений или сообщений, и в форме заданий на проработку теоретических материа-

лов. Главное и неперенное правило: проводящий занятия или беседы должен хорошо знать рассматриваемый вопрос, не путаться в нем.

Следует планировать теоретическую подготовку хотя бы на этап, а лучше на полный тренировочный цикл. Контроль за ней заключается в контроле над теоретической подготовленностью, в определении ее динамики, в контроле над выполнением ее плана.

Следует иметь в виду, что за последние 2 десятилетия в нашей стране большая часть выпущенной специальной литературы практически не подвергалась рецензии и научному редактированию, что существенно отразилось на ее качестве, в том числе на теоретическом уровне, который во многом не соответствует современным научным представлениям. Это накладывает серьезную ответственность на руководителя теоретической подготовкой занимающихся, поскольку он должен суметь правильно выбрать теоретические позиции.

В содержание теоретической подготовки входит круг разнородных вопросов из различных разделов ряда наук.

В первую очередь это, конечно, правила избранного вида спорта и сведения о методике тренировки в этом виде, целесообразной для того контингента, к которому относится занимающийся. Затем это элементарные сведения из анатомии и физиологии, позволяющие осмыслить свою двигательную активность, круг необходимых для тренировки гигиенических представлений.

Большое значение имеет сообщение биомеханических знаний и подходов к их приложению в анализе спортивных систем телодвижений и движений выбранного вида спорта.

Следует создавать у занимающихся четкие представления о типовых двигательных ошибках, причинах их возникновения и о способах их преодоления. Вообще нужно учить анализировать как собственное выполнение спортивных двигательных заданий, так и выполнение их другими спортсменами.

Контроль за теоретической подготовкой осуществляют проверкой соответствующей подготовленности, обычно просто в ходе тренировки либо по ходу бесед, которыми эта подготовка осуществляется. Часто значение теоретической подготовки недооценивают, забывая о том, что целесообразная активность занимающихся во многом зависит от уровня осознания ими задач и хода тренировочного процесса, от этого немало зависит, будет он тренироваться или его будут дрессировать.

В частности, теоретическая подготовленность занимающихся позволяет им грамотно помогать друг другу.

Приложение

Методика диагностики психических качеств по Г. Айзенку

Инструкция: предлагается описание различных психических состояний. Если это состояние очень подходит вам, то за ответ ставится 2 балла; если подходит, но не очень – 1 балл; если совсем не подходит – 0 баллов.

Психические состояния	Под- хо- дит	Под- ходит, но не очень	Не под- ходит
	2	1	0
1. Не чувствую в себе уверенности			
2. Часто из-за пустяков краснею			
3. Мой сон беспокоен			
4. Легко впадаю в уныние			
5. Беспокоюсь о еще только воображаемых неприятностях			
6. Меня пугают трудности			
7. Люблю копаться в своих недостатках			
8. Меня легко убедить			
9. Я мнительный			
10. С трудом переношу время ожидания			
11. Нередко мне кажутся безвыходными положения, из которых можно найти выход			
12. Неприятности меня очень расстраивают, я падаю духом			
13. При больших неприятностях я склонен без достаточных оснований винить себя			
14. Несчастья и неудачи ничему меня не учат			
15. Я часто отказываюсь от борьбы, считая ее бесплодной			
16. Я нередко чувствую себя беззащитным			
17. Иногда у меня бывает состояние отчаяния			
18. Чувствую растерянность перед трудностями			
19. В трудные минуты иногда веду себя по-детски, хочу, что бы меня пожалели			
20. Считаю недостатки своего характера неисправимыми			
21. Оставляю за собой последнее слово			
22. Нередко в разговоре перебиваю собеседника			
23. Меня легко рассердить			
24. Люблю делать замечания другим			
25. Хочу быть авторитетом для окружающих			
26. Не довольствуюсь малым, хочу наибольшего			
27. Когда разгневаюсь, плохо себя сдерживаю			

Психические состояния	Под- хо- дит	Под- ходит, но не очень	Не под- ходит
	2	1	0
28. Предпочитаю лучше руководить, чем подчиняться			
29. У меня резкая, грубоватая жестикуляция			
30. Я мстителен			
31. Мне трудно менять привычки			
32. Нелегко переключаю внимание			
33. Очень настороженно отношусь ко всему новому			
34. Меня трудно переубедить			
35. Нередко не выходят из головы мысли, от которых следовало бы освободиться			
36. Нелегко сближаюсь с людьми			
37. Меня расстраивают даже незначительные нарушения плана			
38. Нередко я проявляю упрямство			
39. Неохотно иду на риск			
40. Резко переживаю отклонения от принятого мною режима			

Подсчитайте сумму баллов за каждую из 4 групп вопросов (б. – баллы):

- I. 1–10-й вопросы – тревожность.
- II. 11–20-й вопросы – фрустрация.
- III. 21–30-й вопросы – агрессивность.
- IV. 31–40-й вопросы – ригидность.

I. Тревожность

- 0–7 б. – не тревожные;
- 8–14 б. – тревожность средняя, допустимого уровня;
- 15–20 б. – очень тревожные.

II. Фрустрация

- 0–7 б. – вы имеете высокую самооценку, устойчивы к неудачам и не боитесь трудностей;
- 8–14 б. – средний уровень, фрустрация имеет место;
- 15–20 б. – у вас низкая самооценка, вы избегаете трудностей, боитесь неудач.

III. Агрессивность

- 0–7 б. – вы спокойны, выдержанны; 8–14 баллов – средний уровень;
- 15–20 б. – вы агрессивны, невыдержанны. Есть трудности в работе с людьми.

IV. Ригидность

- 0–7 б. – ригидности нет, легкая переключаемость;
8–14 б. – средний уровень;
15–20 б. – сильно выраженная ригидность, вам противопоказаны смена места работы, изменения в семье.

Основные понятия

Адекватность	Интравертность	Подготовленность
Аутогенная подготовка	Интуиция	Ситуация
Аутогенная тренировка	Методология	Спонтанный
Восприятия	Мобилизационная готовность	Техника спортивных двигательных действий
Дифференцировки	Модификация	Толерантность
Идеомоторная настройка	Мотив	Тремор
Идеомоторная подготовка	Мотивация	Физическая реабилитация
Идеомоторная тренировка	Мысленное моделирование	Целевой
Идеомоторное конструирование	Образы	Экстравертность
Идеомоторное сопровождение	Подготовка	Эмпатия

Контрольные вопросы

1. В чем состоит психологическая подготовленность?
2. Можете ли Вы пояснить по схеме содержание сторон психологической подготовленности?
3. Зачем нужно осуществлять контроль за своим эмоциональным состоянием и управлять им?
4. Что такое ситуация? В чем состоит умение ее формировать?
5. Каково значение адекватности сформированной ситуации реальности (внешним условиям, своим целевым возможностям)?
6. Каково значение адекватности сформированной ситуации конкретной задаче и предположительному ее решению?
7. Как влияет сущность сформированной задачи и предположительный характер ее решения на формирование ситуации?
8. Каково значение и сущность спортивной «мобилизационной готовности»?

9. Каково значение управления вниманием при осуществлении спортивной двигательной активности?
10. Каково значение способности дифференцировать восприятия?
11. Каким формам идеомоторики нужно обучаться в ходе идеомоторной подготовки?
12. В чем сущность идеомоторной тренировки?
13. В чем сущность идеомоторной настройки?
13. В чем сущность идеомоторного конструирования?
14. В чем сущность идеомоторного сопровождения?
15. Что такое аутогенная тренировка?
16. Что такое аутогенная настройка?
17. В чем заключается теоретическая подготовка?
18. Зачем нужны биомеханические познания и умение их применять?

Рекомендуемая литература

1. Генов, Ф. Психологические особенности мобилизационной готовности спортсмена / Ф. Генов. – М. : Физкультура и спорт, 1971. – 246 с.
2. Родионов, А. В. Психологическая подготовка спортсменов / А. В. Родионов. – М. : Физкультура и спорт, 2006. – С.127–139.
3. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : слов.-справ. / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2004. – 340 с.
4. Коренберг, В. Б. Основы спортивной кинезиологии : учеб. пособие для студ. физ. вузов / В. Б. Коренберг. – М. : Сов. спорт, 2005. – 232 с.



Издательство “ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА”

Издательство выпускает учебную и научно-методическую литературу для широкого круга читателей и предлагает большой выбор учебников, учебных пособий, монографий, учебных программ и справочной литературы для высших учебных заведений, ведущих образовательные программы по направлению Физическая культура,

специальностям:

- Физическая культура и спорт
- Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (Адаптивная физическая культура)
- Рекреация и спортивно-оздоровительный туризм

Адрес:

105122, Москва,

Сиреневый б-р, 4

Тел./факс: 8 (495) 166-13-00

E-mail: fizkult@mail.ru



Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Учебное издание

Коренберг Владимир Борисович

СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Учебник

Корректор С. В. Соколова
Компьютерная верстка Е. Г. Радченко

Подписано в печать
Формат 60х90/60. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
23 усл.-печ. л. Тираж 2000 экз. Заказ № 76.

Издательство «Физическая культура»
105122, г. Москва, Сиреневый бульвар, д. 4.
Тел. (495) 166-13-00

Отпечатано в типографии