

**Министерство спорта, туризма и молодежной политики
Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградская государственная академия физической культуры»**

Кафедра естественнонаучных дисциплин и информационных технологий

САНДИРОВА М.Н., КОРШУНОВА А.Ю.

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ
ПО СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ**

Учебно-методическое пособие

Волгоград 2012

Рецензенты: доктор физико-математических наук, доцент Завьялов Д.В.;
кандидат педагогических наук, доцент Стеценко Н.В.

Допущено к изданию решением ученого совета ФГБОУ ВПО «ВГАФК» в качестве учебно-методического пособия.

Сандирова М.Н., Коршунова А.Ю.

- С181** Рабочая тетрадь по спортивной метрологии: учебно-методическое пособие для студентов для студентов II курса направления 034300.62– «Физическая культура» профилей подготовки «Спортивная тренировка в избранном виде спорта», «Физкультурное образование». – Волгоград: ФГБОУ ВПО «ВГАФК», 2012. – 140 с.

Пособие составлено в соответствии с Основной образовательной программой высшего профессионального образования (ООП ВПО) бакалавриата.

ББК 73

© Сандирова М.Н., Коршунова А.Ю., 2011.

© ФГБОУ ВПО «ВГАФК», 2012.

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ
ПО СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ**

СТУДЕНТА _____ группы

ФАМИЛИЯ _____

ИМЯ _____

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
1.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	7
1.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1	12
1.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ	14
ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ	15
2.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	15
2.2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ.....	18
КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ	21
3.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	21
3.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1	26
3.3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №1	30
3.4. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ	34
СТАТИСТИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ.....	35
4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	35
4.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2	40
4.3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 2	43
4.4. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ	47
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕСТОВ.....	48
5.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	48
5.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3	56
5.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ	59
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ В СПОРТЕ	60
6.1. КРОССВОРД (СРС №1).....	60
6.2. ТРЕБОВАНИЯ К КРОССВОРДУ	63
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОЦЕНОК.....	64
7.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	64
7.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №4	71
7.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ	74
НОРМЫ В СПОРТЕ	76
8.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	76
8.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №5	78
8.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ	80

МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	81
9.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	81
9.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	85
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНТРОЛЯ ЗА ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬЮ СПОРТСМЕНОВ.....	88
10.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	88
10.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	91
10.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ	92
ТИПЫ СОСТОЯНИЙ СПОРТСМЕНОВ	93
11.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	93
11.2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ	99
КОНТРОЛЬ ЗА ТРЕНИРОВОЧНЫМИ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫМИ НАГРУЗКАМИ	101
12.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	101
12.2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ	109
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОТБОР В СПОРТЕ.....	112
ГЛОССАРИЙ.....	113
ПРИЛОЖЕНИЯ	128
ЛИТЕРАТУРА	139

ВВЕДЕНИЕ

Задачей пособия является подготовка студентов к восприятию в дальнейшем таких дисциплин как: физика, биомеханика, лучшему пониманию научных основ тренировочного процесса.

Знание современных методов математической обработки результатов эксперимента, умение применять методы математической статистики в практике спорта способствуют повышению уровня профессиональной подготовки выпускников физкультурных вузов.

Важным этапом процесса обучения является самостоятельная работа студентов. В связи с этим предлагаются алгоритмы выполнения расчетно-графических работ, статистические таблицы и варианты заданий к РГР, что, безусловно, облегчает их выполнение и способствует лучшему усвоению учебного материала. Характерная особенность пособия – четкая практическая направленность. Основные методы математической статистики изложены в нем в форме, доступной для студенческой аудитории физкультурных вузов, и базируются на конкретных примерах из спортивной практики.

В пособии получил отражение многолетний опыт организации учебного процесса по курсу «Спортивная метрология» в ФГБОУ ВПО «ВГАФК».

Материал данного пособия может оказать помощь при самостоятельной работе над изучением курса спортивной метрологии, что особенно важно студентам, обучающимся по индивидуальному графику.

Пособие включает в себя: теоретические сведения, алгоритмы выполнения расчетно-графических, лабораторных и практических работ, варианты заданий, вопросы к отчету, задания к СРС и требования к ним, а также статистические таблицы, справочные материалы и глоссарий.

ТЕМА 1

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Математическая статистика - анализ результатов массовых, повторяющихся измерений.

Массовые измерения однородных объектов, обладающих качественной общностью, обнаруживают определенные закономерности, не выявляемые на единичных случаях наблюдений.

Одним из основных понятий теории вероятности является случайная величина. Случайной называется переменная величина, способная в одних и тех же условиях испытания принимать различные числовые значения, зависящие от сопутствующих испытанию случайных причин, которые заранее учесть невозможно. Случайные величины делятся на дискретные и непрерывные.

Случайная величина называется *дискретной*, если она может *принимать значения, выражающиеся целыми числами* (например, числом попыток).

Если же случайная величина способна *принимать любые числовые значения*, она называется *непрерывной* (например, вес поднятой штанги, время прохождения дистанции).

При анализе распределения результатов измерений всегда делают предположение о том распределении, которое имела бы выборка, если бы число измерений было бы очень большим. Такое распределение называют распределением генеральной совокупности или теоретическим, а распределение экспериментального ряда измерений называется эмпирическим.

Здесь необходимо дать характеристику генеральной и выборочной совокупности. Часть объектов исследования, определенным образом выбранная

из более обширной совокупности, называется *выборочной совокупностью* или *выборкой* (n).

Совокупность, из которой отбирается некоторая часть ее членов для совместного изучения, называется *генеральной*.

В зависимости от числа измерений, выборки бывают *большие* ($n > 30$) и *малые* ($n \leq 30$).

Выборки делают из генеральной совокупности с соблюдением следующих правил:

1. Выборка должна быть типичной, репрезентативной, т.е. наиболее точно отражать свойства генеральной совокупности.
2. Выборка должна быть объективной и проводиться методом жеребьевки.
3. Выборка должна быть качественно однородна (пол, возраст, специализация).

Отдельные числовые значения, получаемые при измерении, называются *вариантами* (x_i).

Проведенный эксперимент и полученные при этом результаты исследований (наблюдений) содержат фактический материал, нуждающийся в обработке.

Обработка результатов начинается с упорядочения собранных данных (*ранжирования*), т.е. распределения результатов в порядке возрастания или убывания, и построения вариационного ряда.

Вариационным рядом называется ряд чисел, показывающий закономерность распределения единиц изучаемой совокупности по ранжированным значениям варьирующего признака.

Значения признака (x_i)	5	6	8	10	11
Число вариантов (n_i)	1	2	1	4	3

Т.е. вариационный ряд показывает, каким образом числовые значения признака (x_i) связаны с их повторяемостью (n_i) в данной совокупности.

Вариационные ряды дают наглядное представление, как варьирует тот или иной количественный признак. Однако, они недостаточны для полной характеристики статистической совокупности, поскольку содержат много деталей, охватить которые без применения обобщающих количественных показателей невозможно.

Количественные показатели, которые логически и теоретически обоснованы, позволяют судить о качественном своеобразии варьирующих объектов и сравнивать их между собой, называются *статистическими характеристиками*.

Наиболее важные среди них *средние величины и показатели вариации признака*.

Средние величины могут характеризовать только однородную массу вариантов. При наличии разнородных по составу данных их необходимо группировать в отдельные качественно однородные группы и вычислять групповые или частные средние.

Все статистические характеристики делятся на две группы: средние и характеристики вариации. К средним характеристикам относятся: средняя арифметическая ($\bar{x}$), мода (M_o) и медиана (Me).

Одной из основных характеристик вариационного ряда, относящихся к средним величинам, является *средняя арифметическая* ($\bar{x}$).

Средняя арифметическая *характеризует центральную тенденцию выборки, вокруг которой группируются все варианты статистической совокупности*. Данная средняя величина обозначается теми же буквами, какими обозначены варианты, с той лишь разницей, что над буквой ставится черта.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Мода (M_o) - *величина, которая встречается в данной совокупности наиболее часто*. Класс с наибольшей частотой называется *модальным*.

Медиана (Me) - средняя, относительно которой ряд распределения делится на две половины: в обе стороны от медианы располагается одинаковое число членов ряда (вариант).

Хотя средние величины и обладают большей устойчивостью и способностью характеризовать группу однородных единиц одним (средним) числом, в целом, однако, они дают общую характеристику ряда результатов измерений. На практике нас часто интересует, как сильно каждый результат отклоняется от среднего значения, поэтому средние характеристики всегда необходимо дополнять показателями вариации.

К характеристикам вариации относятся: размах (R), дисперсия (σ^2), стандартное отклонение (среднее квадратическое отклонение) (σ), коэффициент вариации (V) стандартная ошибка средней арифметической ($S_{\bar{x}}$).

Размах вариации (R) – разность между максимальным и минимальным значениями выборки.

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

Дисперсия (σ^2) – средний квадрат отклонения значений признака от среднего арифметического.

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Среднее квадратическое отклонение (σ) – положительный корень квадратный из дисперсии показывает, как результаты выборки отличаются от среднего арифметического значения.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

В практике спорта предпочтителен расчет стандартного отклонения, поскольку размерность стандартного отклонения совпадает с единицами измерения исследуемого признака.

Однако для сравнения колеблемости нескольких совокупностей, имеющих различные единицы измерения, эта характеристика непригодна.

Для этого используется **коэффициент вариации** (V):

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Коэффициент вариации - относительный показатель варьирования признака. *Показывает однородность выборки.* Считается, что при малом коэффициенте вариации ($V < 10\%$) - выборка однородна, при среднем ($V = 11\% - 20\%$) - относительно однородна, при большом ($V > 20\%$) - неоднородна.

Еще один показатель рассеивания - **стандартная ошибка средней арифметической** ($S_{\bar{x}}$). Этот показатель *характеризует колеблемость средней арифметической* ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$) и показывает, *какая в среднем допускается ошибка в данной выборочной совокупности.*

$$S_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Выбор статистических характеристик определяется 2 основными факторами: *шкалой измерений и законом распределения результатов измерений.*

1.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

«Оценка состояния спортсмена по результатам прямых измерений»

1. Материалы и оборудование:

Ростомер, весы, кистевые и становые динамометры, прибор Абалакова, секундомер, рулетка, линейка.

2. Алгоритм выполнения:

1. Зарегистрировать значения прямых измерений: рост, вес, сила кисти правой и левой руки, становая сила, прыжок вверх, прыжок в длину с места, равновесие, гибкость, частота сердечных сокращений в покое и после нагрузки.
 2. Занести результаты измерений в таблицу №1.
 3. Вычислить характеристики вариационного ряда результатов измерений $(\bar{x}, Mo, Me, R, \sigma, V, S_{\bar{x}})$ и занести их в таблицу №1.
-

Примечание:

1. Статистические характеристики выборки $(\bar{x}, Mo, Me, R, \sigma, V, S_{\bar{x}})$ рассчитываются **по каждому показателю по каждой попытке**. Значения округлять **до целого!!!**
2. Объём выборки - 10 человек.
3. Выборка должна быть однородной.

Отчет:

- 1) Заполнить таблицу. 2) Провести расчет. 3) Предъявить лабораторную работу №1 для проверки преподавателю.

Таблица 1

Сводная таблица результатов прямых измерений студентов _____ группы

№ п/п	Фамилия, имя	Спорт. разряд	Рост (см)	Вес (кг)	F кисти правой руки (кг)		F кисти левой руки (кг)		F становая (кг)		H прыжка вверх (см)		L прыжка в длину (см)		Гибкость (см)		Равно- весие (с)		ЧСС (уд/мин)	
					I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
$\bar{x}$																				
Mo																				
Me																				
R																				
σ																				
V																				
$S\bar{x}$																				

Вывод: По данным результатам _____, показанным группой спортсменов в составе _____ человек средний результат составил _____. Степень рассеяния данных выборки от среднего результата составляет _____. Наибольшее число спортсменов в группе показало результат _____. Одна половина студентов показала результат лучше _____, а другая хуже. Размах вариации равен _____. Результаты тестирования имеют _____ коэффициент вариации, что говорит об _____ выборки.

1.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Дискретные и непрерывные случайные величины.
2. Что называется генеральной и выборочной совокупностями?
3. По каким правилам делают выборки из генеральной совокупности?
4. Каким символом обозначается объем выборки?
5. Что называется ранжированием?
6. Что называется вариационным рядом?
7. На какие группы делятся статистические характеристики выборки?
8. Средние характеристики.
9. Характеристики вариации.
10. При каких значениях коэффициента вариации выборка считается однородной?
11. Какими факторами определяется выбор статистических характеристик?

ТЕМА 2

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Никакое измерение не может быть проведено абсолютно точно. Результат неизбежно будет одержать ошибку. Величина ее тем меньше, чем точнее метод измерения и используемый инструмент.

Говоря об ошибках измерения, следует сказать, что сами измерения могут быть *прямыми*, в которых результат получен с использованием мерительного инструмента, и *косвенными*, в которых результат может быть получен после ряда вычислений. Сами вычисления могут дать погрешность из-за метода расчета, ошибки округления.

В прямых измерениях отмечают основные типы погрешностей:

- основная и дополнительная;
- абсолютная и относительная;
- систематическая и случайная.

Основная - погрешность метода или прибора при нормальных условиях работы. Чем дороже прибор, тем меньше погрешность.

Дополнительная - погрешность метода или прибора, вызванная отклонением условий работы от нормальных.

Абсолютная погрешность - разность между показателями измерительного прибора (A) и истинным значением измеряемой величины (A_0). Она измеряется в тех же единицах, что и сама измеряемая величина.

$$\Delta A = A - A_0$$

Относительная погрешность. Выделяют два вида относительной погрешности измерения:

- действительная относительная погрешность;
- приведенная относительная погрешность.

Действительной относительной погрешностью (ΔA_d) называется отношение абсолютной погрешности (ΔA) к истинному значению измеряемой величины (A_0).

$$\Delta A_d = \frac{\Delta A}{A_0} \cdot 100\%$$

Если известно предельное значение измеряемой величины, то наряду с действительной, может быть определена и приведенная относительная погрешность.

Приведенной относительной погрешностью (ΔA_{II}) называется отношение абсолютной погрешности (ΔA) к максимально возможному значению измеряемой величины (A_M).

$$\Delta A_n = \frac{\Delta A}{A_M} \cdot 100\%$$

В тех случаях, когда оценивается не погрешность измерения, а погрешность измерительного прибора, за максимальное значение измеряемой величины принимают предельное значение шкалы прибора. В таком понимании наибольшее допустимое значение ΔA_{II} , выраженное в процентах, определяет в нормальных условиях работы *класс точности измерительного прибора*.

Относительные погрешности обычно измеряются в процентах. При этом знак абсолютной погрешности не учитывается: *абсолютная погрешность может быть и положительной, и отрицательной, а относительная погрешность - всегда положительна*.

Систематической погрешностью называется погрешность, величина которой не меняется от измерения к измерению. В силу этой своей особенности, систематическая погрешность часто может быть предсказана заранее или, в крайнем случае, обнаружена и устранена по окончании процесса измерения.

Способ устранения систематической погрешности зависит, в первую очередь, от ее природы. Систематические погрешности измерения можно разделить на три группы:

1. Известной величины и происхождения.
2. Известного происхождения и неизвестной величины.
3. Неизвестного происхождения и величины.

Самые безобидные погрешности измерения относятся к первой группе. Они легко устраняются путем введения соответствующих поправок в результат измерения.

К погрешностям 2-го вида относятся, прежде всего, погрешности, связанные с несовершенством метода измерения и измерительной аппаратуры. Например: измерение выносливости потреблением кислорода - сама маска будет давать искажение, но какое - нельзя сказать.

Самая каверзная – третья группа систематических погрешностей. Их появление бывает связано как с несовершенством метода измерения, так и с особенностями объекта измерения.

Из *способов устранения систематической погрешности* измерения наибольшее распространение получили - *тарировка, калибровка, рандомизация*.

Тарировка - нанесение шкалы прибора во всем диапазоне измерения величины при сравнении с эталоном.

Калибровка - часть тарировки. При калибровке с эталоном сверяется одна или две точки на шкале измерителя.

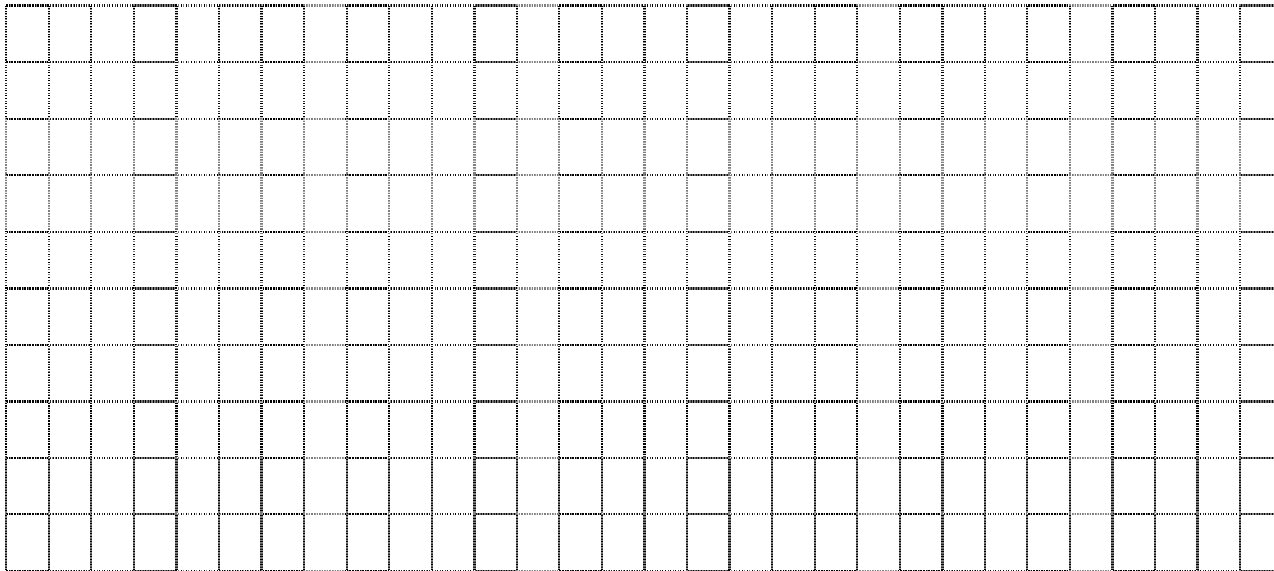
Рандомизация - превращение систематической ошибки в случайную. Для этого проводят измерения многократно, изменяя условия проявления результирующего фактора. Например, измеряя работоспособность, можно изменять способ задания нагрузки. Затем результаты измерений усредняют.

Случайная погрешность - возникает под действием разнообразных факторов, которые ни предсказать заранее, ни точно учесть не удастся. Случайные ошибки принципиально неустранимы. Однако, воспользовавшись методами теории вероятности и математической статистики, можно оценить величину случайной погрешности и учесть ее при интерпретации результатов измерений.

2.2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

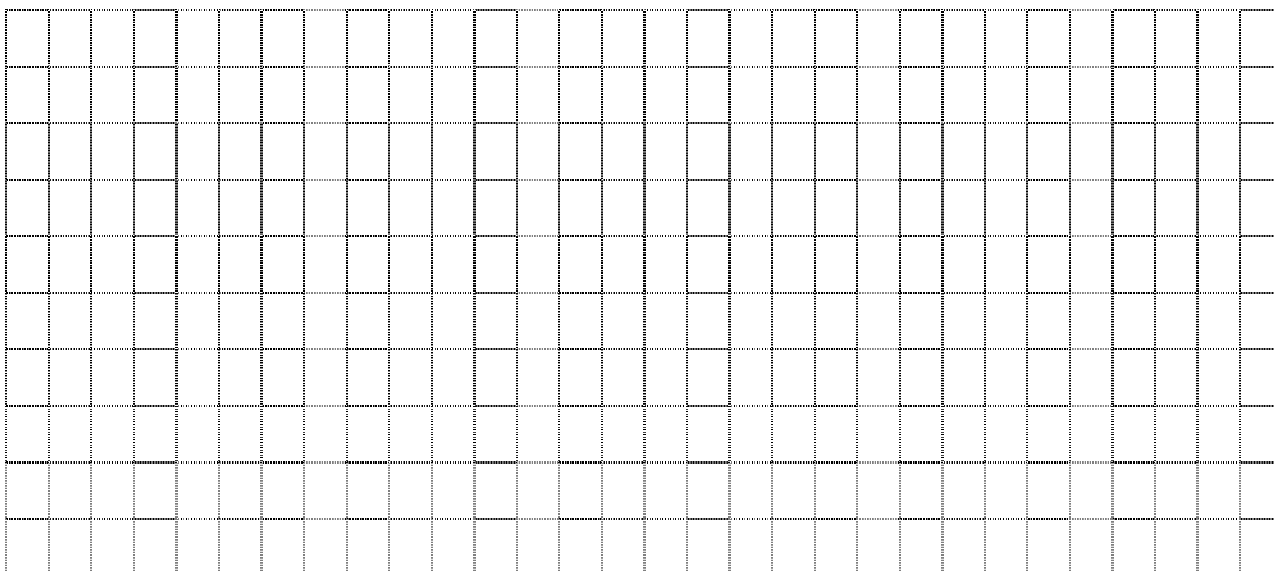
Задача №1.

Найти точное значение становой силы, если показание станового динамометра равно $F_{изм}=170$ кг, абсолютная погрешность составляет $\Delta F=\pm 1,5$ кг.



Задача №2.

Определить, что измерено точнее пальпаторным методом: пульс покоя за 1 мин ($p_1=68$ уд.) или за 10 с ($p_2=11$ уд.), если абсолютная погрешность измерения составляет $\Delta p=\pm 1$ уд.



Задача №3.

Определить точное значение показателя становой силы у исследуемого, если максимальное значение шкалы станового динамометра $F_{max}=500$ кг, класс точности прибора $KТП=0,5\%$, а показанный результат $F_{изм}=150$ кг.

A large grid of graph paper with 20 columns and 15 rows of squares. The grid is composed of thin black lines forming a uniform pattern of small squares across the entire page.

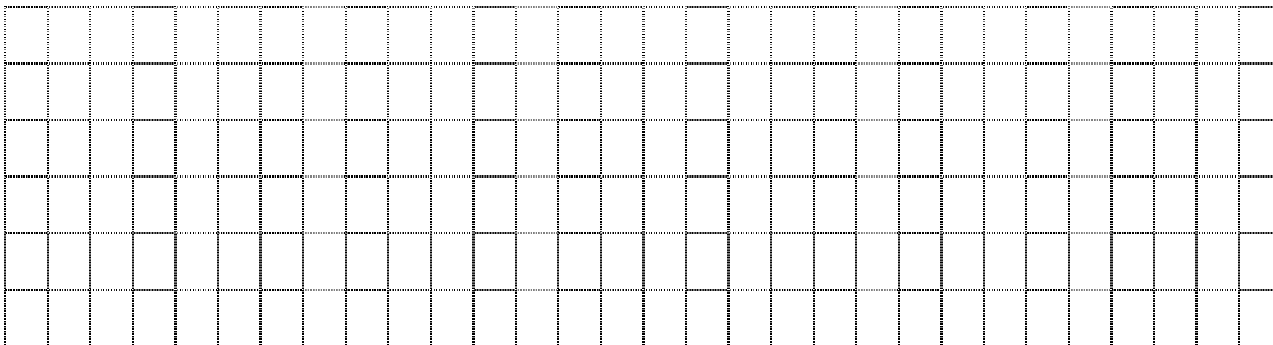
Задача №4.

У группы спортсменов измеряли ЧСС пальпаторно и одновременно с помощью электрокардиографа ($ЧСС_0$) после нагрузки. Предельное значение $ЧСС=220$ уд/мин.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЧСС, уд/мин	150	130	121	160	180	130	100	110	142	126
ЧСС₀, уд/мин	152	136	124	165	186	127	105	114	140	124

Вычислить абсолютную и относительную погрешности результатов измерений. Ответ обосновать.

A full-page view of a blank sheet of white graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines intersecting to form small, uniform squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

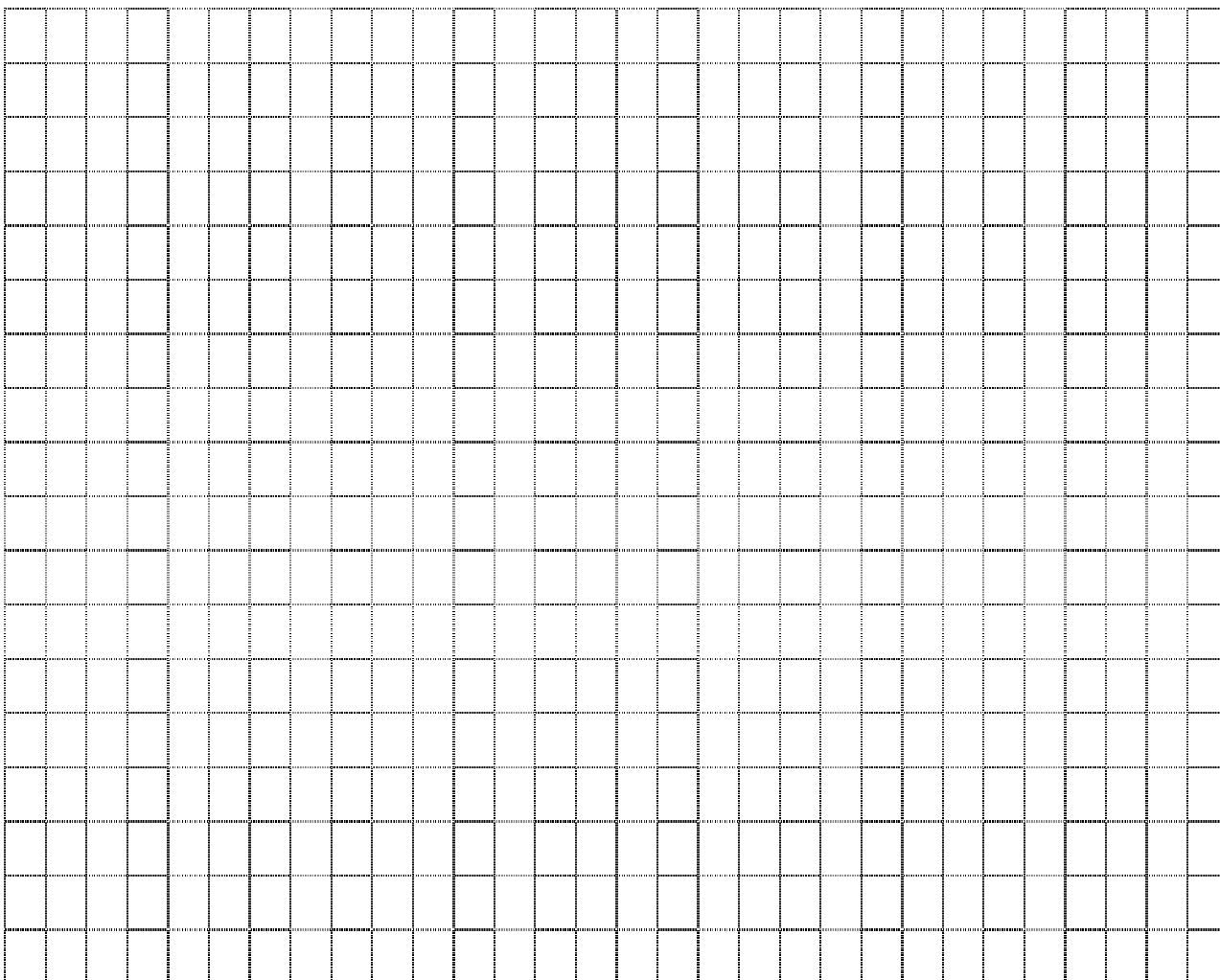


Задача №5.

Студенты ВГАФК в прыжке в высоту показали следующие результаты:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
x_i , см	150	152	150	155	164	162	158	154	157	165	168	154

Проверить результаты измерений на нормальность распределения. Определить случайную погрешность и найти доверительный интервал.



ТЕМА 3

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

3.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В спортивных исследованиях между изучаемыми показателями часто обнаруживается взаимосвязь. Вид ее бывает различным.

Однозначная зависимость между x и y называется *функциональной – зависимостью, при которой каждому значению одного показателя соответствует строго определённое значение другого*. Примеров функциональных связей много. Известно, что повышение температуры на 10^0C ускоряет скорость химической реакции в 2 раза. Площадь круга (S) равняется квадрату его радиуса (r^2), умноженному на константу (π), т.е. $S = \pi r^2$ и т.д. Но такого рода функциональные связи между переменными величинами встречаются не всегда.

К другому виду взаимосвязи относят, например, зависимость веса от длины тела. Одному значению длины тела может соответствовать несколько значений веса и наоборот. В таких случаях, *когда одному значению одного показателя соответствует несколько значений другого, взаимосвязь называют статистической*.

Изучению статистической взаимосвязи между различными показателями в спортивных исследованиях уделяют большое внимание.

Среди статистических взаимосвязей наиболее важны *корреляционные*.

Корреляция заключается в том, что средняя величина одного показателя изменяется в зависимости от значения другого. *Статистический метод, который используется для исследования взаимосвязей, называется корреляционным анализом*.

Корреляция – это зависимость между двумя случайными величинами y и x , характеризующаяся с помощью коэффициентов корреляции.

Задача корреляционного анализа сводится к установлению направления и формы связи между признаками, измерению ее тесноты и к оценке достоверности выборочных коэффициентов корреляции.

Корреляционный анализ позволяет исследовать только статистическую взаимосвязь. Он широко используется в теории тестов для оценки их надежности и информативности. Различные шкалы измерений требуют разных вариантов корреляционного анализа.

Корреляционный анализ проводится в 3 этапа:

I. Графический.

II. Аналитический.

III. Оценка достоверности выборочного коэффициента корреляции.

I этап. Графический.

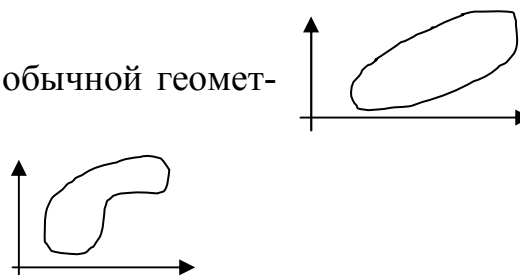
Анализ взаимосвязи начинается с графического представления результатов измерений в прямоугольной системе координат.

Графическая зависимость называется диаграммой рассеяния или корреляционным полем.

Визуальный анализ графика позволяет определить:

Форму зависимости:

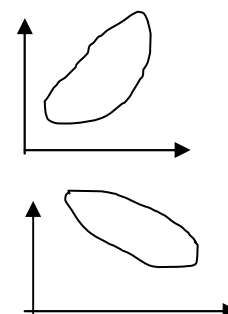
- линейная (в этом случае форма близка к обычной геометрической фигуре эллипсу)
- нелинейная (иная форма зависимости)



Определение формы взаимосвязи имеет существенное значение для выбора метода вычисления соответствующего коэффициента корреляции.

Направленность взаимосвязи:

- прямо пропорциональная (когда с возрастанием одного показателя увеличивается второй)



- обратно пропорциональная (в этом случае увеличение одного показателя связано с уменьшением другого).

Направленность зависимости отражается в знаке коэффициента корреляции. Знак "+" указывает на прямую или положительную взаимосвязь. Знак "-" говорит об обратной или отрицательной взаимосвязи.

Теснота взаимосвязи:

- сильная,
- средняя,
- слабая.

Теснота взаимосвязи определяется по графику *приблизительно*, по близости расположения точек на диаграмме рассеяния. *Точная оценка тесноты взаимосвязи определяется по величине коэффициента корреляции.*

II этап. Аналитический.

Абсолютное значение любого коэффициента корреляции (r) лежит в пределах от 0 до 1.

Объясняют значение этого коэффициента следующим образом.

Свойства коэффициента корреляции:

$r = 1$ (функциональная взаимосвязь), никакой вариации на диаграмме рассеяния не наблюдается;

$r = 0,99-0,7$ (сильная статистическая взаимосвязь);

$r = 0,69-0,5$ (средняя статистическая взаимосвязь);

$r = 0,49-0,2$ (слабая статистическая взаимосвязь);

$r = 0,19-0,09$ (очень слабая взаимосвязь);

$r = 0$ (корреляции нет), в этом случае корреляционное поле имеет форму круга.

Таким образом, коэффициент корреляции является мерой линейной связи между случайными величинами. Это справедливо только для двумерного нормального распределения.

Для оценки взаимосвязи, когда измерения производят в шкале отношений или интервалов и форма взаимосвязи линейная, используется *коэффициент корреляции Бравэ-Пирсона*:

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

В некоторых случаях тесноту взаимосвязи определяют на основании *коэффициента детерминации D*, который вычисляют по формуле:

$$D = r^2 \cdot 100\%$$

Коэффициент детерминации определяет *какая часть вариации (D) объясняется взаимовлиянием изучаемых показателей, а какая часть вариации (100% - D) объясняется влиянием других неучтенных факторов*.

Определение взаимосвязи показателей, измеренных в шкале порядка, производят с использованием *ранговых коэффициентов корреляции*.

Коэффициент ранговой корреляции целесообразно использовать в следующих случаях:

1. Если экспериментальные данные представляют собой точно измеренные значения признаков x и y и требуется быстро найти приближенную оценку коэффициента корреляции.
2. Когда значения x и (или) y заданы в порядковой шкале (например, места на соревнованиях, оценки судей в баллах и т.д.), т.е. когда признаки не могут быть точно измерены, но их наблюдаемые значения могут быть расставлены в определенном порядке.

Ранговый коэффициент корреляции Спирмена вычисляют по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 - \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)},$$

где: $d_i = d_x - d_y$ - разность рангов данной пары показателей x и y ;

n - объем выборки.

III этап. Оценка достоверности выборочного коэффициента корреляции.

Для линейного парного коэффициента корреляции Бравэ-Пирсона достоверность определяется с помощью таблицы «Критические значения выборочного коэффициента корреляции $\langle r \rangle$ ». Число степеней свободы коэффициента корреляции на 2 меньше числа испытуемых ($\nu = n-2$). Сравнивая расчетное значение коэффициента с табличным (критическим), определяют, будет ли существовать взаимосвязь между изучаемыми признаками в генеральной совокупности.

Вывод: Если $r_{расч.} < r_{крит.}$, гипотеза ($r = 0$) принимается, значит, выборочный коэффициент корреляции недостоверен на уровне значимости α . Следовательно, **в генеральной совокупности не будет существовать взаимосвязи между изучаемыми показателями.**

Если же $r_{расч.} \geq r_{крит.}$, то выборочный коэффициент достоверен на уровне значимости α . Следовательно, **в генеральной совокупности между изучаемыми показателями будет существовать взаимосвязь.**

Оценка достоверности рангового коэффициента корреляции Спирмена производится на основании *t-критерия Стьюдента*, который вы-

числяется по формуле:
$$t_{расч.} = \frac{\rho \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\rho^2}}.$$

Вывод: Если значение $t_{расч.} < t_{крит.}$, гипотеза $H_0: (\rho = 0)$ принимается, (число степеней свободы $\nu=n-2$), т.е. коэффициент ранговой корреляции статистически недостоверен на уровне значимости α . Следовательно, **в генеральной совокупности не будет существовать взаимосвязи между изучаемыми показателями.**

Если же $t_{расч.} \geq t_{кр.}$, то выборочный коэффициент достоверен на уровне значимости α . Следовательно, **в генеральной совокупности между изучаемыми показателями будет существовать взаимосвязь.**

3.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

«Методы расчёта коэффициента корреляции»

Вариант № _____

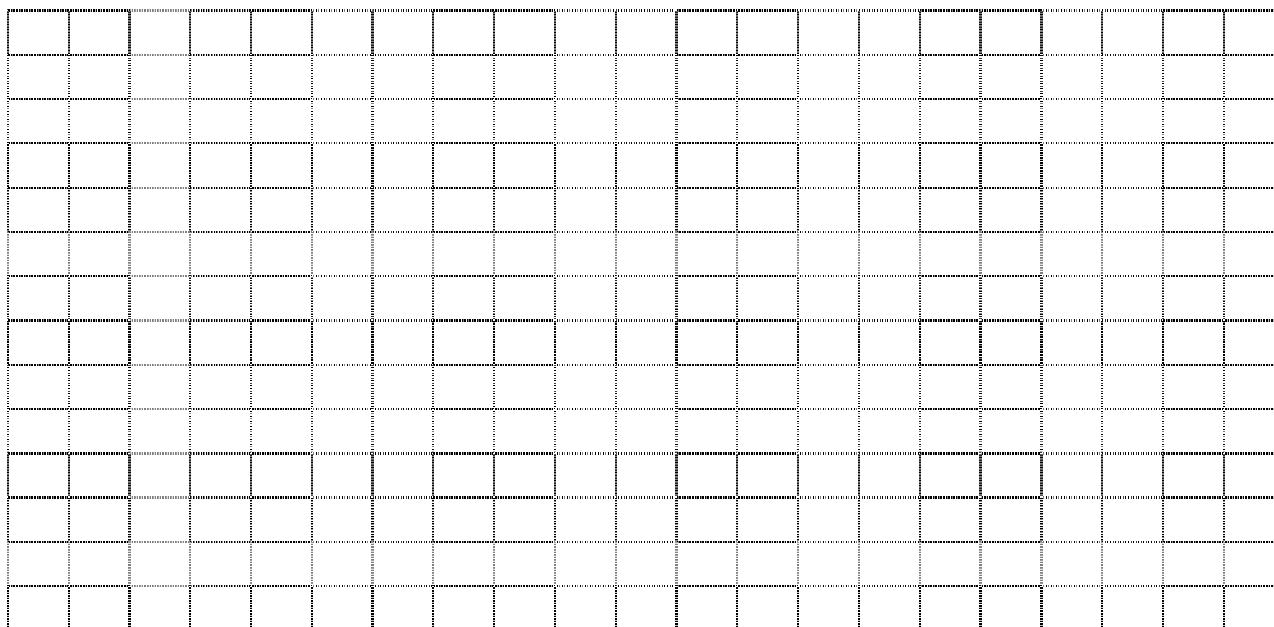
Задание: Определить взаимосвязь между _____ (x_i)

и _____ (y_i).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i										
y_i										

I этап. Графический

1) Построить корреляционное поле.



2) По виду корреляционного поля определить:

а) форма взаимосвязи - _____;

б) направленность взаимосвязи - _____;

в) теснота взаимосвязи - _____.

II этап. Аналитический

Определить, по какой шкале выполнены измерения.

1) Рассчитать парный линейный коэффициент корреляции Браве-Пирсона, если измерения выполнены в шкалах интервалов и отношений.

Промежуточные результаты заносятся в таблицу №2.

Таблица 2

№	x_i	y_i	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
	$\Sigma =$	$\Sigma =$			$\Sigma =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$

Расчёты:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$$

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

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} =$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} =$$

Сделать вывод о тесноте взаимосвязи по величине полученного коэффициента корреляции.

Вывод:

2) Вычислить коэффициент детерминации: $D =$ _____

Вывод:

3) Рассчитать ранговый коэффициент корреляции Спирмена, если измерения выполнены в шкале порядка.

Предварительные расчеты выполнить в таблице №3.

Таблица 3

№	x_i	y_i	d_x^1	d_y^2	$d_i = d_x - d_y$	d_i^2
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
						$\Sigma =$

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)} =$$

Сделать вывод о тесноте взаимосвязи по величине полученного коэффициента корреляции.

¹ d_x - ранги (порядковые номера) x_i

² d_y - ранги (порядковые номера) y_i

Вывод:

III этап. Оценка достоверности выборочных коэффициентов корреляции.

1) Оценка достоверности коэффициента корреляции Бравэ-Пирсона.

$r_{\text{расч.}}$ = _____ сравнить с $r_{\text{крит.}}$ = _____, взятым из таблицы критических значений коэффициента корреляции Бравэ-Пирсона (Приложение 1).

Вывод:

2) Оценка достоверности коэффициента корреляции Спирмена.

Рассчитать: $t_{\text{расч.}} = \frac{\rho \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\rho^2}} =$

По таблице критических значений Стьюдента (Приложение 2), определить $t_{\text{крит.}}$ = _____. Сравнить $t_{\text{расч.}}$ с $t_{\text{крит.}}$.

Вывод:

3.3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РАСЧЁТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №1

Вариант 1.

Определить тесноту взаимосвязи между ростом (x_i)
и весом (y_i)

x_i	181	176	182	174	186	171	179	176	166
y_i	74	61	78	62	85	60	62	62	58

Вариант 2.

Определить тесноту взаимосвязи между ростом (x_i)
и спортивным разрядом (y_i)

x_i	181	178	160	180	178	178	182	170	178
y_i	КМС	КМС	II	МС	I	I	62	II	МС

Вариант 3.

Определить тесноту взаимосвязи между ростом (x_i)
и весом (y_i)

x_i	182	188	175	170	180	183	165	177	178
y_i	64	79	69	86	87	95	54	63	71

Вариант 4.

Определить тесноту взаимосвязи между ростом (x_i)
и количеством подтягиваний на перекладине (y_i)

x_i	169	175	181	176	170	173	178	157	170
y_i	22	20	18	30	24	14	27	35	29

Вариант 5.

Определить тесноту взаимосвязи между ростом (x_i)
и весом (y_i)

x_i	168	174	174	177	180	183	166	178	182
y_i	63	62	67	65	68	70	53	75	64

Вариант 6.

Определить тесноту взаимосвязи между ростом (x_i)
и количеством отжиманий от пола (y_i)

x_i	188	175	170	180	183	165	177	178	181
y_i	45	39	51	42	56	64	63	70	54

Вариант 7.

Определить тесноту взаимосвязи между ростом (x_i)
и весом (y_i)

x_i	178	170	164	170	169	168	168	174	171
y_i	88	65	60	65	58	60	60	64	57

Вариант 8.

Определить тесноту взаимосвязи между ростом (x_i)
и стажем занятий спортом (y_i)

x_i	175	162	188	182	185	180	180	176	180
y_i	8	5	9	7	8	9	9	6	7

Вариант 9.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и прыжком в длину (y_i)

x_i	81	72	60	73	58	72	71	67	69
y_i	209	234	220	234	232	255	223	238	226

Вариант 10.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и количеством подтягиваний на перекладине (y_i)

x_i	70	75	61	78	80	66	74	76	77
y_i	24	21	36	21	19	45	43	31	38

Вариант 11.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и прыжком в длину (y_i)

x_i	63	60	63	70	62	67	65	68	70
y_i	205	280	200	205	230	282	240	240	288

Вариант 12.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и количеством отжиманий от пола (y_i)

x_i	53	75	58	72	61	74	62	65	65
y_i	70	64	72	37	78	54	62	66	60

Вариант 13.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и прыжком в длину (y_i)

x_i	62	65	60	63	53	64	70	86	73
y_i	242	220	210	220	235	245	245	274	195

Вариант 14.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и прыжком вверх (y_i)

x_i	58	72	61	74	62	65	65	62	65
y_i	48	46	32	43	48	40	45	40	51

Вариант 15.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и прыжком вверх (y_i)

x_i	60	63	53	64	70	62	67	65	68
y_i	49	50	41	30	46	50	56	50	51

Вариант 16.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и прыжком вверх (y_i)

x_i	80	66	74	76	77	63	60	63	70
y_i	60	43	55	64	61	30	56	32	30

Вариант 17.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и прыжком вверх (y_i)

x_i	81	72	60	73	58	72	71	67	69
y_i	56	57	50	39	50	68	52	60	54

Вариант 18.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и прыжком вверх (y_i)

x_i	70	75	61	78	86	73	75	80	62
y_i	59	50	55	60	54	33	43	46	42

Вариант 19.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и становой силой (y_i)

x_i	74	61	78	62	85	60	62	62	58
y_i	110	150	196	150	125	125	125	125	150

Вариант 20.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и становой силой (y_i)

x_i	86	73	75	80	62	88	60	82	65
y_i	160	115	80	146	130	135	125	105	125

Вариант 21.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и становой силой (y_i)

x_i	75	65	72	81	72	60	73	58	72
y_i	115	120	120	150	125	115	130	115	140

Вариант 22.

Определить тесноту взаимосвязи между весом (x_i)
и становой силой (y_i)

x_i	71	67	69	70	75	61	78	80	66
y_i	130	105	100	150	125	125	130	150	100

Вариант 23.

Определить тесноту взаимосвязи между силой кисти
правой (x_i) и силой кисти левой руки (y_i)

x_i	60	50	55	62	50	85	51	40	50
y_i	58	50	50	60	42	84	46	40	56

Вариант 24.

Определить тесноту взаимосвязи между силой кисти
правой (x_i) и силой кисти левой руки (y_i)

x_i	62	60	52	60	60	44	55	66	45
y_i	72	60	50	55	60	39	48	65	50

Вариант 25.

Определить тесноту взаимосвязи между силой кисти правой (x_i) и силой кисти левой руки (y_i)

x_i	60	58	44	65	40	50	42	68	52
y_i	50	52	40	63	40	50	46	60	50

Вариант 26.

Определить тесноту взаимосвязи между силой кисти правой (x_i) и силой кисти левой руки (y_i)

x_i	51	72	50	50	57	50	50	47	50
y_i	50	62	50	54	52	59	40	40	50

3.4. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Что называется корреляционным анализом?
2. Виды взаимосвязи.
3. Этапы корреляционного анализа.
4. Что называется корреляционным полем?
5. Что определяется по виду корреляционного поля?
6. В каком случае рассчитывается коэффициент корреляции Браве-Пирсона?
7. В каком случае рассчитывается коэффициент корреляции Спирмена?
8. Свойства коэффициента корреляции.
9. Что характеризует коэффициент детерминации?
10. С какой целью определяется достоверность выборочного коэффициента корреляции?

ТЕМА 4

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ. ДОСТОВЕРНОСТЬ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Вопросы сравнения средних результатов различных групп, оценки достоверности коэффициентов взаимосвязи и другие решаются с использованием некоторых приемов проверки статистических гипотез.

Статистической гипотезой называется проверяемое математическими методами предположение относительно статистических характеристик результатов измерений.

Статистическую гипотезу обычно обозначают **H** : (утверждение).

Гипотеза, в соответствии с которой отсутствуют различия между сравниваемыми совокупностями $(\bar{x}_1 = \bar{x}_2)$, называется нулевой и обозначается $H_0 : (\bar{x}_1 = \bar{x}_2)$.

Альтернативной (противоположной) гипотезой (H_1) будет предположение, что $(\bar{x}_1 > \bar{x}_2)$ или $(\bar{x}_1 < \bar{x}_2)$. При сравнении статистических характеристик почти никогда не встречается случая их абсолютного равенства. В силу каких-то случайных или закономерных причин значения их отличаются друг от друга.

Задача при проверке гипотез состоит в том, *чтобы отличить случайные явления от закономерных.* При проверке статистической гипотезы решение экспериментатора никогда не принимается с уверенностью, т.е. всегда существует некоторый риск принять неправильное решение. Оценка степени этого риска и представляет собой суть проверки статистической гипотезы. Ясно, что исключить на 100% этот риск невозможно. Но экспериментатор может выбрать вероятность, или уровень значимости, который характеризует вероятность отклонения, признаваемого невозможным в силу лишь случайных причин. Самыми распространенными уровнями являются: 0,001; 0,01;

0,05. Уровень 0,05 означает, что выборочное значение может встретиться в среднем не чаще, чем 5 раз в 100 наблюдениях.

Величину $q=1-\alpha$ называют доверительной вероятностью (при уровне значимости 0,05 доверительная вероятность равна 0,95 и т.п.).

Вероятность отклонения истинного предположения называют *ошибкой первого рода*. Тогда вероятность принять ложное предположение называют *ошибкой второго рода*. Как *принятие*, так и *отклонение гипотезы* осуществляется на основе определенного критерия.

Статистическим критерием называют правило, обеспечивающее принятие истинной и отклонение ложной гипотезы с заранее заданной вероятностью.

Если вычисленное по выборке значение критерия не превосходит граничного значения, то гипотеза H_0 : принимается при заданном уровне значимости α . В этом случае наблюдаемое по экспериментальным данным различие генеральных совокупностей можно объяснить только случайностью выборки. Однако принятие гипотезы H_0 : совсем не означает доказательства равенства параметров генеральных совокупностей. Возможно, на другом экспериментальном материале эта гипотеза будет отклонена. Когда вычисленное значение критерия оказывается больше граничного (критического) значения при заданном уровне значимости α , то наблюдаемое различие генеральных совокупностей уже нельзя объяснить только случайностями. В этом случае гипотеза H_0 : отклоняется в пользу гипотезы H_1 : при данном уровне значимости α , и говорят, что наблюдаемое различие *значимо* (статистически) на уровне значимости α .

Критерии значимости подразделяются на три типа:

1. Критерии значимости, которые служат для проверки гипотез о параметрах распределений генеральной совокупности (чаще всего нормального распределения). Эти критерии называются параметрическими.
2. Критерии, которые для проверки гипотез не используют предположений о распределении генеральной совокупности. Эти критерии не требуют зна-

ния параметров распределений, поэтому называются непараметрическими.

3. Особую группу критериев составляют критерии согласия, служащие для проверки гипотез о согласии распределения генеральной совокупности, из которой получена выборка.

Основные этапы проверки гипотезы:

1. Формулировка гипотезы (нуль - гипотезы), которую в дальнейшем необходимо принять или отклонить.
2. Выбор уровня значимости.
3. Определение выборочного значения статистических характеристик.
4. Выбор критерия для проверки статистической гипотезы.
5. Сравнение расчетного значения с критическим значением критерия для выбранного уровня значимости и принятие или отклонение гипотезы.

Сравнение двух выборочных дисперсий

(критерий Фишера)

Заключается в сопоставлении двух выборочных дисперсий и **оценивает однородность выборок**.

1. Выдвигаем нулевую гипотезу: $H_0: (\sigma_1^2 = \sigma_2^2)$

2. Выбираем уровень значимости: $\alpha = 0,05$

3. Вычисляем: $F_{расч} = \frac{\sigma^2_{большая}}{\sigma^2_{меньшая}}$;

$\nu_1 = n_1 - 1$ - число степеней свободы для первой выборки;

$\nu_2 = n_2 - 1$ - число степеней свободы для второй выборки.

4. Находим $F_{кр}$ по таблице критических значений Фишера (Приложение 3).

5. Сравниваем $F_{расч}$ с $F_{кр}$:

Если $F_{расч} < F_{кр}$, то $H_0: (\sigma_1^2 = \sigma_2^2)$ принимается с вероятностью $q = 1 - \alpha$, следовательно **выборки однородны по изучаемому показателю**.

Если $F_{расч} \geq F_{кр}$, то $H_0: (\sigma_1^2 = \sigma_2^2)$ отклоняется с вероятностью $q = 1 - \alpha$, следовательно, **выборки неоднородны по изучаемому показателю**.

Сравнение двух выборочных средних арифметических

(критерий Стьюдента)

Заключается в сопоставлении двух выборочных арифметических и **оценивает достоверность различий в результатах**. При сравнении двух выборочных арифметических обычно проверяется *предположение, что и первая, и вторая выборки принадлежат одной генеральной совокупности и не отличаются друг от друга значимо*.

Выборочные совокупности называют связанными (сопряженными), если варианты обеих выборок попарно связаны, и варианты в одной из выборок нельзя произвольно поменять местами.

Если такого соответствия между вариантами нет, то выборки называют несвязанными (несопряженными). Так, при измерении веса пловцов и футболистов получают выборки несопряженные. Если измеряют вес пловцов до и после тренировки, то получают сопряженные выборки.

В зависимости от этого, метод Стьюдента (сравнение двух выборочных средних арифметических) проводится разными способами.

Метод Стьюдента для несвязанных выборок

1. Выдвигаем нулевую гипотезу: $H_0: (\bar{x}_1 = \bar{x}_2)$.
2. Выбираем уровень значимости: $\alpha = 0,05$.
3. Вычисляем $t_{расч}$ по формулам:

1-й случай: $n = n_1 = n_2$; $\sigma_1 \neq \sigma_2$; $t_{расч} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} \cdot \sqrt{n}$

Число степеней свободы: $\nu = 2 \cdot n - 2$.

2-й случай: $n_1 \neq n_2$; $\sigma_1 \neq \sigma_2$; $t_{расч} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$

Число степеней свободы: $\nu = n_1 + n_2 - 2$.

3-й случай: $n_1 \neq n_2$; $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$; $t_{расч} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sigma \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$

Число степеней свободы: $\nu = n_1 + n_2 - 2$.

4. Определяем $t_{кр}$ по таблице критических значений Стьюдента (Приложение 2).
5. Сравниваем $t_{расч}$ с $t_{кр}$.
6. Если $t_{расч} < t_{кр}$, то $H_0: (\bar{x}_1 = \bar{x}_2)$ принимается с вероятностью $q = 1 - \alpha$, следовательно выборки не отличаются статистически существенно друг от друга по изучаемому показателю, т.е. обе выборки принадлежат одной генеральной совокупности.

Если $t_{расч} \geq t_{кр}$, то $H_0: (\bar{x}_1 = \bar{x}_2)$ отклоняется с вероятностью $q = 1 - \alpha$, следовательно выборки статистически существенно отличаются по изучаемому показателю, т.е. обе выборки не принадлежат одной генеральной совокупности.

Метод Стьюдента для связанных выборок

1. Выдвигаем нулевую гипотезу: $H_0: (\bar{x}_1 = \bar{x}_2)$.
2. Выбираем уровень значимости: $\alpha = 0,05$.
3. Для каждого испытуемого определяем разности (сдвиги) между результатами первого и второго измерений: $d_i = x_{i_1} - x_{i_2}$.
4. Рассчитать $\bar{x}_{d_i}$ разностей:
$$\bar{x}_{d_i} = \frac{\sum d_i}{n}$$
5. Вычислить:
$$\sigma_{d_i} = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{x}_{d_i})^2}{n-1}}$$
6. Вычислить:
$$S_{\bar{x}_{d_i}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$
7. Определить $t_{расч} = \frac{|\bar{x}_{d_i}|}{S_{\bar{x}_{d_i}}}$; число степеней свободы $\nu = n-1$.
8. Определить $t_{кр}$ по таблице критических значений Стьюдента (Приложение 2).
9. Сравниваем $t_{расч}$ с $t_{кр}$, делаем вывод (аналогично несвязанным выборкам).

4.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

«Нулевые гипотезы и их проверка.

Методы сравнения выборочных совокупностей»

Вариант № _____

Задание: Определить достоверность различий в результатах

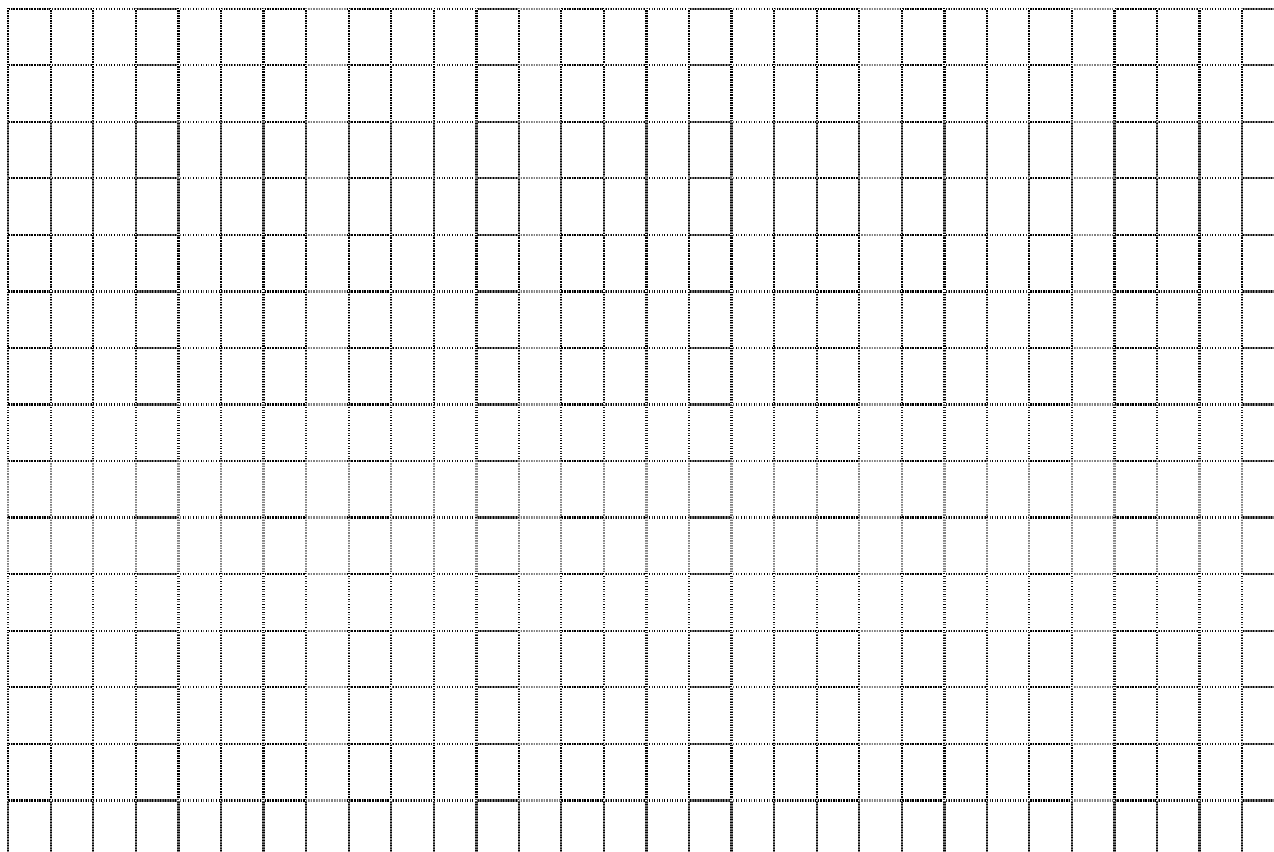
x_{i_1}									
x_{i_2}									

I. Метод сравнения Фишера.

Закljučается в сопоставлении двух выборочных _____

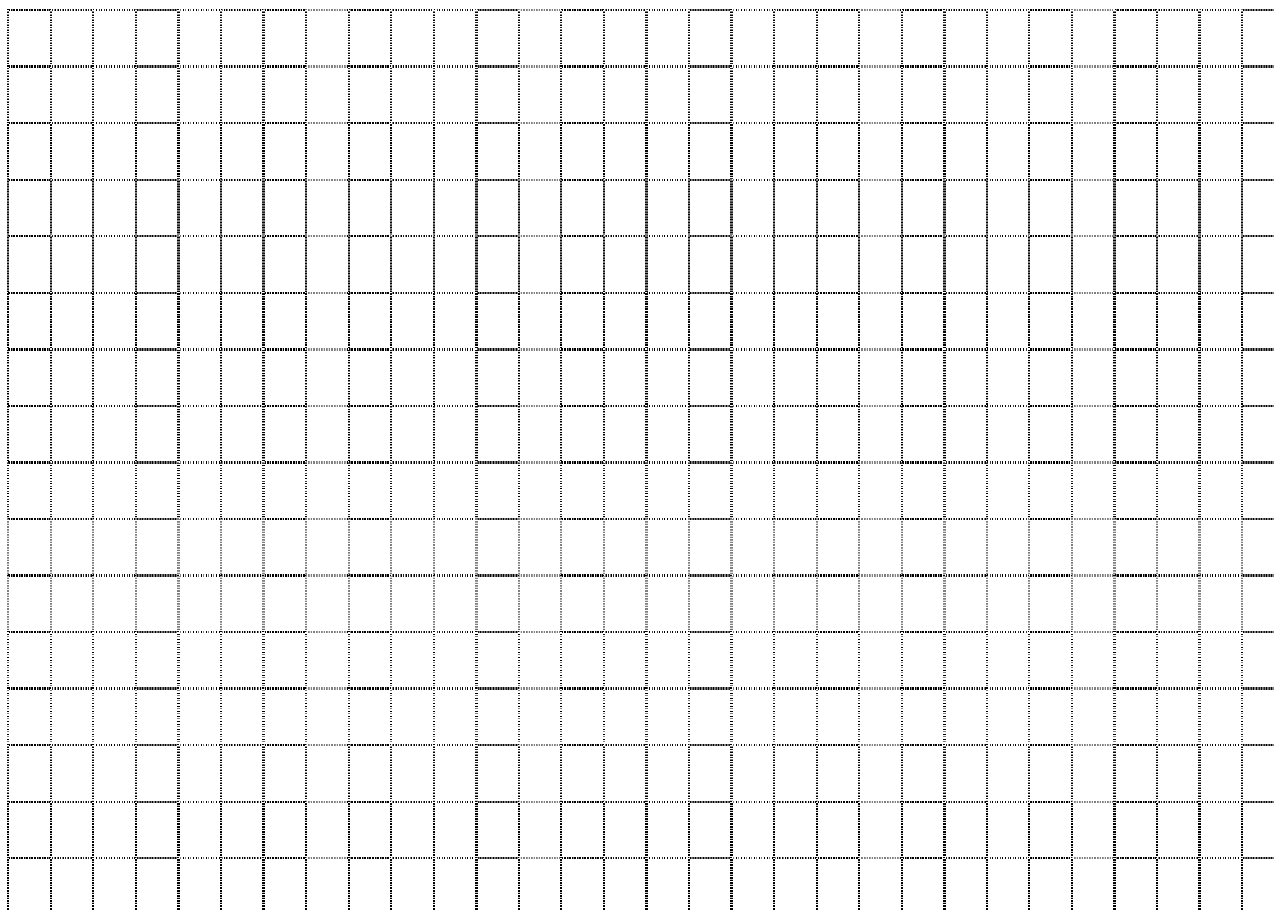
и оценивает _____.

1. Выдвигаем нулевую гипотезу: _____
2. Выбираем уровень значимости: _____
3. Определяем основные статистические характеристики выборки: $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$, σ_1^2 , σ_2^2 .



Для сопряженных выборок:

x_{i_1}									
x_{i_2}									
d_i									



5. Находим критическое значение критерия Стьюдента $t_{крит} =$ _____

6. Сравниваем $t_{расч}$ с $t_{крит}$.

Вывод:

4.3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 2

Вариант 1.

Определить достоверность различий в результатах роста пловцов (x_{i1}) и легкоатлетов (x_{i2})

x_{i1}	180	181	180	190	179	179	188	180	182
x_{i2}	188	182	185	180	178	180	180	176	180

Вариант 2.

Определить достоверность различий в результатах роста пловцов (x_{i1}) и легкоатлетов (x_{i2})

x_{i1}	175	177	173	177	190	192	173	170	176
x_{i2}	174	183	180	172	175	173	176	177	178

Вариант 3.

Определить достоверность различий в результатах роста пловцов (x_{i1}) и волейболистов (x_{i2})

x_{i1}	188	185	190	185	178	200	164	190	175
x_{i2}	186	183	175	178	169	175	179	190	176

Вариант 4.

Определить достоверность различий в результатах становой силы пловцов (x_{i1}) и легкоатлетов (x_{i2})

x_{i1}	160	150	130	140	130	130	150	150	100
x_{i2}	150	100	125	135	120	125	120	140	150

Вариант 5.

Определить достоверность различий в результатах становой силы пловцов (x_{i1}) и легкоатлетов (x_{i2})

x_{i1}	125	130	125	125	105	110	125	110	150
x_{i2}	168	150	120	120	155	141	140	165	120

Вариант 6.

Определить достоверность различий в результатах становой силы пловцов (x_{i1}) и волейболистов (x_{i2})

x_{i1}	160	115	80	146	130	135	125	105	125
x_{i2}	150	125	115	130	115	140	130	105	100

Вариант 7.

Определить достоверность различий в результатах прыжков в длину пловцов (x_{i1}) и легкоатлетов (x_{i2})

x_{i1}	240	220	240	250	220	210	230	190	180
x_{i2}	300	230	290	310	250	205	280	200	205

Вариант 8.

Определить достоверность различий в результатах прыжков в длину пловцов (x_{i1}) и легкоатлетов (x_{i2})

x_{i1}	210	210	210	200	230	225	220	210	215
x_{i2}	245	240	212	240	260	235	217	210	248

Вариант 9.

Определить достоверность различий в результатах прыжков в длину пловцов (x_{i1}) и волейболистов (x_{i2})

x_{i1}	274	195	203	238	236	260	249	258	244
x_{i2}	209	234	220	234	232	255	223	238	226

Вариант 10.

Определить достоверность различий в результатах прыжков вверх пловцов (x_{i1}) и легкоатлетов (x_{i2})

x_{i1}	62	56	69	50	60	54	64	59	48
x_{i2}	60	43	55	64	61	30	56	32	30

Вариант 11.

Определить достоверность различий в результатах прыжков вверх пловцов (x_{i1}) и легкоатлетов (x_{i2})

x_{i1}	53	52	34	38	58	56	42	40	38
x_{i2}	75	67	57	66	50	47	50	50	47

Вариант 12.

Определить достоверность различий в результатах прыжков вверх пловцов (x_{i1}) и волейболистов (x_{i2})

x_{i1}	54	33	43	46	42	50	54	48	43
x_{i2}	56	57	50	39	50	68	52	60	54

Вариант 13.

Определить достоверность различий в результатах прыжков вверх пловцов

x_{i1}	48	46	32	43	48	40	45	40	51
x_{i2}	51	39	35	45	47	41	44	41	52

Вариант 14.

Определить достоверность различий в результатах прыжков вверх волейболистов

x_{i1}	59	46	59	58	36	36	53	50	60
x_{i2}	62	46	59	43	42	51	54	51	62

Вариант 15.

Определить достоверность различий в результатах прыжков вверх волейболистов

x_{i1}	49	50	41	30	46	36	45	36	52
x_{i2}	41	55	44	35	49	35	47	39	53

Вариант 16.

Определить достоверность различий в результатах прыжков вверх легкоатлетов

x_{i1}	55	60	53	44	41	61	66	63	61
x_{i2}	55	60	41	47	46	60	68	62	63

Вариант 17.

Определить достоверность различий в результатах прыжков в длину пловцов

x_{i1}	225	230	213	231	214	230	240	220	212
x_{i2}	230	230	220	210	223	235	242	240	211

Вариант 18.

Определить достоверность различий в результатах прыжков в длину легкоатлетов

x_{i1}	235	200	210	220	240	247	260	210	210
x_{i2}	240	210	230	230	245	258	270	215	215

Вариант 19.

Определить достоверность различий в результатах прыжков в длину

x_{i1}	245	242	240	242	220	210	220	235	245
x_{i2}	250	243	240	243	227	210	240	230	240

Вариант 20.

Определить достоверность различий в результатах прыжков в длину волейболистов

x_{i1}	245	186	220	230	215	200	200	230	282
x_{i2}	245	197	215	220	205	198	198	233	286

Вариант 21.

Определить достоверность различий в результатах становой силы пловцов

x_{i1}	110	150	196	150	125	125	125	125	150
x_{i2}	160	150	120	156	130	130	130	120	150

Вариант 22.

Определить достоверность различий в результатах становой силы пловцов

x_{i1}	130	100	150	180	200	150	100	130	145
x_{i2}	130	125	180	200	210	150	90	140	145

Вариант 23.

Определить достоверность различий в результатах становой силы легкоатлетов

x_{i1}	120	130	115	140	145	100	185	138	140
x_{i2}	130	130	120	135	140	110	170	130	125

Вариант 24.

Определить достоверность различий в результатах становой силы волейболистов

x_{i1}	160	130	100	100	110	170	110	119	90
x_{i2}	170	129	115	105	120	140	120	125	110

Вариант 25.

Определить достоверность различий в результатах становой силы волейболистов

x_{i1}	140	100	150	100	80	110	70	120	150
x_{i2}	140	125	140	140	90	125	75	160	150

4.4. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Статистические гипотезы.
2. Виды статистических гипотез.
3. Статистический критерий.
4. Уровень значимости.
5. Основные этапы проверки гипотез.
6. Какие статистические характеристики выборки сравнивают методом Фишера. О чем этот критерий?
7. Связанные и несвязанные выборки.
8. Какие статистические характеристики выборки сравнивают методом Стьюдента. О чем этот критерий?

ТЕМА 5

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕСТОВ

5.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Тестом (от англ. *test* - *проба, испытание*) называется *контрольное испытание, проводимое со спортсменом для определения его состояния.*

Тестирование - это косвенное измерение. Тестированием заменяют измерения всякий раз, когда изучаемый объект недоступен прямому измерению. Например, практически невозможно точно определить производительность сердца спортсмена во время напряженной мышечной работы. Поэтому применяют косвенное измерение: измеряют частоту сердечных сокращений и другие кардиологические показатели, характеризующие сердечную производительность. Тесты используют и в том случае, когда изучаемое явление не вполне конкретно. Например, правильнее говорить о тестировании ловкости, гибкости и т.д., чем об их измерении. Однако гибкость в определенном суставе и в определенных условиях можно измерить.

Проведение контрольного испытания с целью определения состояния спортсмена называется **тестированием**. Количественный результат, получаемый в результате тестирования, называется **результатом теста**.

Тесты, в основе которых лежат двигательные задания, называют двигательными (моторными). Иногда используется не один, а несколько тестов, имеющих единую конечную цель. Такая группа тестов называется комплексом или батареей тестов.

Не всякие измерения могут быть использованы как тесты. Для этого они должны удовлетворять специальным требованиям. К ним относятся:

- *стандартность* - контрольные измерения для оценки состояния должны быть проведены в стандартных условиях;
- *наличие системы оценок*;
- *результаты контрольных измерений должны быть оценены с помощью педагогических приемов*;

- надежность;
- информативность.

Тесты, удовлетворяющие требованиям надежности и информативности, называют **добротными** или **аутентичными**.

Надежностью теста называют *степень совпадения результатов многократного тестирования одних и тех же объектов в одних и тех же условиях*. Надежность служит важнейшим показателем качества теста. Степень надежности повторных испытаний будет зависеть от состояния испытуемых, от состояния экспериментатора, от несовершенства контрольных заданий, от случайных ошибок измерения, которые несут нам измерительные приборы. Чем меньше вариативность результатов, тем выше надежность контрольного испытания.

При оценке надежности вычисляют коэффициент корреляции между двумя рядами результатов, полученных при проверке одной и той же группы спортсменов интересующим нас тестом. Коэффициент корреляции используется в качестве коэффициента надежности теста и обозначается символом r_{tt} .

На практике при анализе экспериментальных данных существует несколько методов определения надежности теста. Наиболее часто применяют метод повторного тестирования (ретест-метод), метод удвоения, метод параллельных форм, дисперсионный анализ.

Метод повторного тестирования заключается в том, что измерения проводят дважды через определенные промежутки времени на нескольких объектах (спортсменах). Если результаты тестов представлены непрерывными случайными величинами, измеренными в шкале интервалов и отношений, то используют метод Бравэ-Пирсона. В этом случае коэффициент надежности r_{tt} оценивается по величине взаимосвязи между результатами 1 и 2 попыток и используют формулу расчета коэффициента корреляции (метод Бравэ-Пирсона):

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

Когда же результаты тестирования дискретные, используют ранговый коэффициент корреляции Спирмена.

$$\rho_{tt} = 1 - \frac{6 - \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)}$$

Метод удвоения. Для оценки надежности тестового контроля у 1 испытуемого проводят расчет r_{tt} нескольких попыток; при этом попытки разделяют на 2 группы: четные и нечетные, и между этими группами проводят расчет r_{tt} в 2 этапа. На 1 этапе определяют коэффициент корреляции по формуле Бравэ - Пирсона ($r_{tt/0,5}$) или Спирмена. На 2 этапе r_{tt} рассчитывают по формуле Спирмена-Брауна итоговый коэффициент надежности.

$$r_{tt} = \frac{2 r_{tt/0,5}}{1 + r_{tt/0,5}}$$

Если оценивается надежность многократных повторных испытаний для группы людей, то используется формула Рулона:

$$r_{tt} = 1 - \frac{\sum d_i}{N \sigma_t^2}$$

где: d_i - разность между значениями половин теста (четные - нечетные) каждого испытуемого; N - число испытуемых; σ_t^2 - вариативность теста.

Говоря о надежности тестов, необходимо знать о *свойствах коэффициента надежности*.

Надежность теста считается:

отличной, если $r_{tt} = 0,95 - 0,99$;

хорошей, если $r_{tt} = 0,9 - 0,94$;

приемлемой, если $r_{tt} = 0,8 - 0,89$;

плохой, если $r_{tt} = 0,79 - 0,74$;

сомнительной, если $r_{tt} = 0,6 - 0,69$.

В последнем случае тест не используют для индивидуальной оценки, а пригоден он лишь для оценки группы людей.

Различают 3 вида надежности тестов - объективную, стабильную и эквивалентную.

Объективность теста - частный случай надежности. Объективность характеризует степень независимости результатов тестирования от личных особенностей человека. Это свойство теста зависит от совпадения методик тестирования у разных специалистов.

Стабильность (воспроизводимость) - степень постоянства результата при повторном тестировании через некоторый промежуток времени в тех же условиях. Повторное тестирование обычно называют *ретестом*. Стабильность теста зависит от:

- вида теста;
- контингента испытуемых;
- временного интервала между тестом и ретестом (чем больше временной интервал, тем ниже стабильность тестов).

Эквивалентные тесты - однотипные тесты, высококоррелируемые, т.е. сильно взаимосвязанные. Например, подтягивание хватом сверху, снизу, скрестным, разнохватом и т.д.

Если все тесты, входящие в какой-либо комплекс, высокоэквивалентны, то они называются *гомогенными*. Весь этот комплекс измеряет одно какое-то свойство моторики человека. Скажем, комплекс, состоящий из прыжков с места в длину, вверх и тройного, вероятно, будет гомогенным. Он используется в основной части тренировки для углубленного исследования.

Наоборот, если в комплексе нет эквивалентных тестов, то все тесты, входящие в него, измеряют разные свойства. Такой комплекс называется *гетерогенным*. Применяют для ОФП.

Применение эквивалентных тестов повышает надежность оценки контролируемых свойств моторики спортсменов.

Если надежность теста недостаточно высока, ее можно повысить до определенной степени путем:

1. Более строгой стандартизации тестирования.
2. Увеличения числа попыток.
3. Увеличения числа оценщиков (судей, экспертов) и повышения согласованности их мнений.
4. Увеличения числа эквивалентных тестов.
5. Лучшей мотивации испытуемых.

Информативность тестов - степень точности, с какой он измеряет свойство, для оценки которого используется. Информативность нередко называют также **валидностью** (обоснованность, действительность).

Вопрос об информативности теста распадается на 2 частных вопроса:

1. Что измеряет данный тест?
2. Как точно он это делает?

Если тест несет информацию о состоянии спортсмена в данный момент, то такой тест называется **диагностическим**.

Если же по результатам контрольных испытаний хотят сделать вывод о возможных показателях в будущем, то тест должен обладать **прогностической** информативностью. Тест может быть диагностически информативен, а прогностически нет, и наоборот.

Исходя из того, что каждый тест должен нести информацию, то вид контроля (тест) должен быть оценен. Если тест несет малую, либо неверную информацию, то такой контроль считается малоинформативным.

Оценка информативности теста проводится двумя путями: логическим и эмпирическим. Определив логическую информативность теста, надо ее высчитать математическим путем. Суть логической информативности заключается в осознании пригодности теста для характеристики качества (состояния, признака) и в выявлении сущности информативности данного теста, т.е. не является ли информативность ложной. Например: перед вами стоит цель измерить силовые качества спортсмена. Вы путем логического анализа под-

бираете тесты, измеряющие именно это качество. Допустим, поднятие штанги, метание набивных мячей и т.д. Таким образом, вы определяете логическую информативность теста.

Затем проводите тестирование спортсменов по этим тестам, выбираете критерий и рассчитываете между ними коэффициент взаимосвязи r_{tk} . Это будет уже определение эмпирической информативности. После расчета r_{tk} необходимо оценить величину информативности.

Говоря об информативности тестов, необходимо знать *свойства коэффициента информативности*.

Информативность теста считается:

отличной, если $r_{tk} = 0,85 - 0,89$;

очень хорошей, если $r_{tk} = 0,80 - 0,84$;

хорошей, если $r_{tk} = 0,75 - 0,79$;

приемлемой, если $r_{tk} = 0,70 - 0,74$;

сомнительной, если $r_{tk} = 0,65 - 0,69$.

Критерий - показатель, заведомо и безусловно отражающий тестируемое качество. Это интегральный показатель, который отражает и физическую подготовленность, и технико-тактическое мастерство спортсмена.

В качестве критерия обычно берут:

- сам спортивный результат;
- результат другого теста с высокой информативностью (конкурентная информативность);
- элемент, либо количественную характеристику, связанную с техникой выполнения основного (соревновательного) упражнения;
- принадлежность к определенной группе;
- составной критерий, например, сумма очков в многоборье. *Составным критерием пользуются, когда нет единичного критерия.*

Вопрос о выборе критерия является, по существу, самым важным при определении реального значения информативности теста.

При определении информативности теста наиболее сложной задачей является задача выбора критерия. Критерий и тест с низкой надежностью всегда малоинформативен. В видах спорта, где нельзя объективно измерить спортивное мастерство, стараются обойти эту трудность введением искусственных критериев.

Применение тестов дает возможность определить сильные и слабые стороны спортсмена, оценить каждый из этих факторов в отдельности. При оценке информативности иногда может быть получена высокая ложная информативность теста. При определении степени информативности теста обязательно необходимо проверить причинно-следственные связи между тестом и критерием.

Тесты с высокой надежностью и информативностью называются ***добротными***.

Нередко бывает, что единичного критерия, с которым можно сравнить результаты предполагаемых тестов, нет. Можно предложить испытуемым большую батарею тестов, а затем отбирать среди них те, которые дают наибольшую корреляцию с результатами всего комплекса. Эти тесты будут наиболее информативны: они дадут сведения о возможных результатах испытуемых по всей исходной батарее тестов. Но результаты в ней не выражаются одним числом. Можно образовать какой-либо составной критерий. Однако, наиболее эффективен другой путь, основанный на идеях факторного анализа.

Эмпирическая информативность в практической работе.

При практическом использовании показателей эмпирической информативности следует иметь в виду, что они справедливы лишь по отношению к тем испытуемым и условиям, для которых они рассчитаны. Тест, информативный в группе начинающих, может оказаться совершенно неинформативным в группе мастеров спорта.

Информативность теста неодинакова в разных по составу группах. В частности, в группах, более однородных по своему составу, тест обычно менее информативен. Если определена информативность теста в какой-либо

группе, а затем сильнейшие из нее включены в сборную команду, то информативность того же теста в сборной команде будет значительно ниже.

Коэффициенты информативности очень сильно зависят от надежности теста и критерия. Тест с низкой надежностью всегда мало информативен, поэтому не имеет смысла проверять малонадежные тесты на информативность. Недостаточная надежность критерия также приводит к снижению коэффициентов информативности.

С информативностью и надежностью теста связано понятие о его *различительной возможности* - том минимальном различии между испытуемыми, которое диагностируется с помощью теста.

Различительная возможность теста зависит от:

1. Межиндивидуальной вариации результатов.
2. Надежности теста и критерия.

Для диагностики используются тесты, информативность которых не меньше 0,3. Для прогноза нужна более высокая информативность - не менее 0,6. Информативность батареи тестов, естественно, выше, чем информативность одного отдельно взятого теста. Нередко бывает так, что информативность одного отдельно взятого теста слишком низка, чтобы им пользоваться. Информативность же батареи тестов, в которую он входит, может быть вполне достаточна.

5.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

«Расчет надежности и информативности теста»

Задание 1: По результатам тестирования группы в показателе _____ определить надежность теста, сравнив показатели теста (x_i) и ретеста (y_i).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
тест (x_i)										
ретест (y_i)										

Промежуточные результаты заносятся в таблицу №4.

Таблица 4

№	x_i	y_i	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
	$\Sigma =$	$\Sigma =$			$\Sigma =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$

Расчёты:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$$

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

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} =$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} =$$

Сделать вывод о надёжности теста по величине полученного коэффициента надёжности.

Вывод:

Если полученное значение коэффициента надёжности теста $r_{tt} < 0.90$, то используем формулу повышения надёжности теста:

$$m(n) = \frac{r_t(1 - r_{tt})}{r_{tt}(1 - r_t)},$$

где: r_{tt} - рассчитанное значение коэффициента надёжности данного теста; r_t - требуемая (желаемая) надёжность теста ($r_t \geq 0.90$); $m(n)$ – во сколько раз необходимо увеличить число попыток (m) или испытуемых (n), чтобы надёжность теста стала выше.

$m(n) =$ _____

Вывод:

Задание 2: По результатам тестирования группы в показателе _____ определить информативность теста, сравнив показатели теста (x_i) и критерия (y_i), используя в качестве критерия _____.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
тест (x_i)										
критерий (y_i)										

Предварительные расчеты выполнить в таблице №5.

Таблица 5

№	x_i	y_i	d_x	d_y	$d_i = d_x - d_y$	d_i^2
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
						$\Sigma =$

$$\rho = r_{tk} = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)} =$$

Сделать вывод об информативности теста по величине полученного коэффициента информативности.

Вывод:

Задание 3: Определить достоверность выборочных коэффициентов надежности (r_{tt}) и информативности (r_{tk}) теста по критерию Стьюдента.

1. Определить $t_{расч}$ по формуле:

$$t_{расч} = r_{tt(tk)} \cdot \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{tt(tk)}^2}},$$

где: r_{tt} – рассчитанная надежность, r_{tk} – информативность теста.

$t_{расч} (r_{tt}) =$ _____

$t_{расч} (r_{tk}) =$ _____

2. По таблице критических значений Стьюдента определить $t_{крит}$ для уровня значимости $\alpha=0,05$ и числа степеней свободы $\nu=n-2$.

Если $t_{расч} < t_{крит}$ - надежность, информативность теста недостоверна.

Если $t_{расч} \geq t_{крит}$ - надежность, информативность теста достоверна.

Вывод:

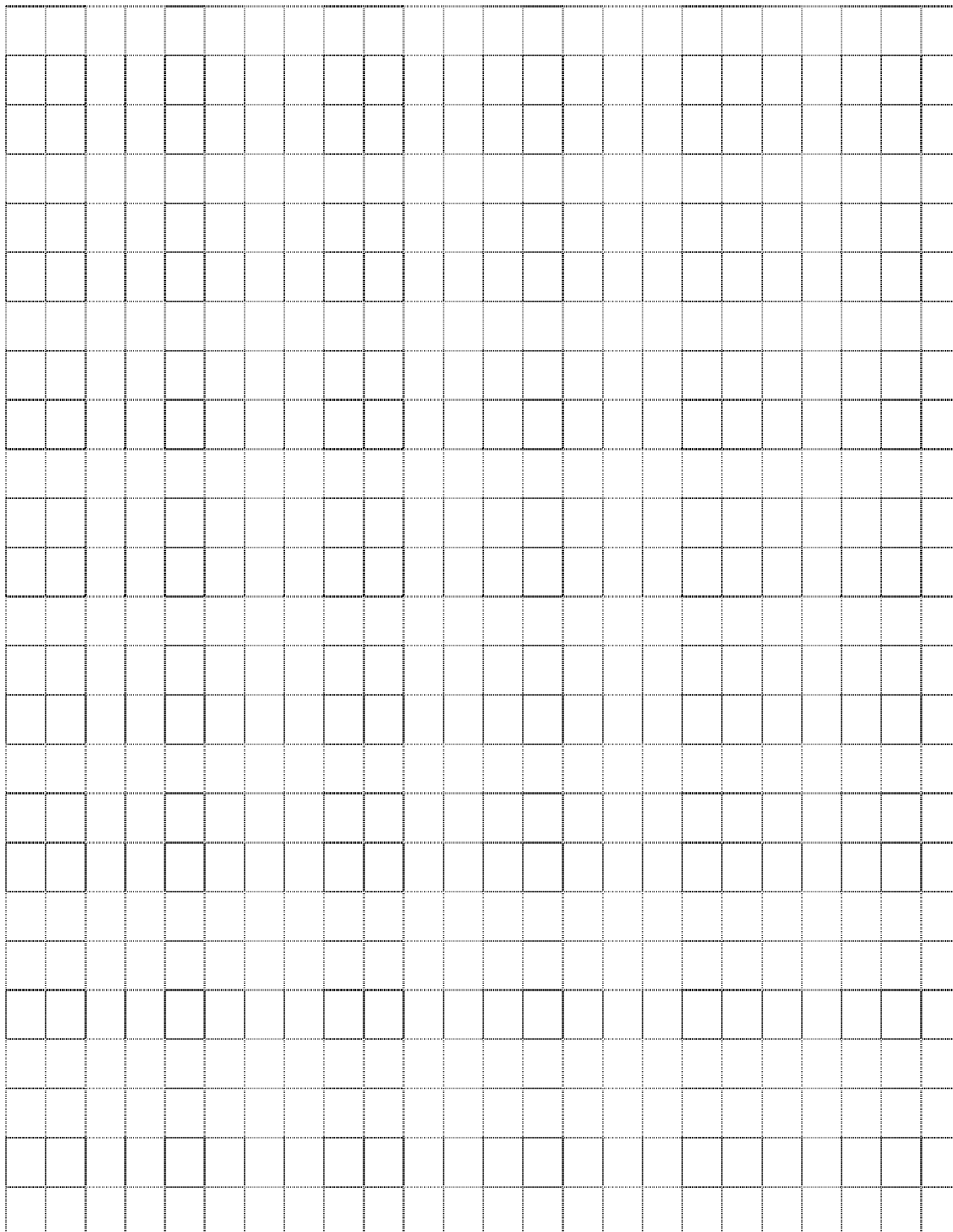
5.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Что называется тестом? Требования, предъявляемые к тестам.
2. Что называется добротным тестом? Моторные тесты.
3. Надежность тестов. Причины, вызывающие вариацию результатов.
4. Как определить надежность теста? Свойства коэффициентов надежности теста.
5. Разновидности надежности теста.
6. Пути повышения надежности теста.
7. Информативность теста. Виды информативности.
8. Методы определения информативности теста.
9. Что называется критерием? Что выбирают в качестве критерия при определении информативности теста?
10. Как определить информативность теста? Свойства коэффициентов информативности теста.
11. Что называется различительной возможностью теста?

ТЕМА 6

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ В СПОРТЕ

6.1. КРОССВОРД (СРС №1)



[illegible]

[illegible]

6.2. ТРЕБОВАНИЯ К КРОССВОРДУ

- 1) При составлении кроссворда пользоваться учебниками:
 - а) Зациорский В.М. «Спортивная метрология», глава 7 стр. 104-129
 - б) Годик М.А. «Спортивная метрология», глава 6 стр. 57-66.
- 2) Объем не менее 20-ти вопросов.
- 3) Ответами должны быть имена существительные единственного числа в именительном падеже.
- 4) Использование дополнительной литературы поощряется.

ТЕМА 7

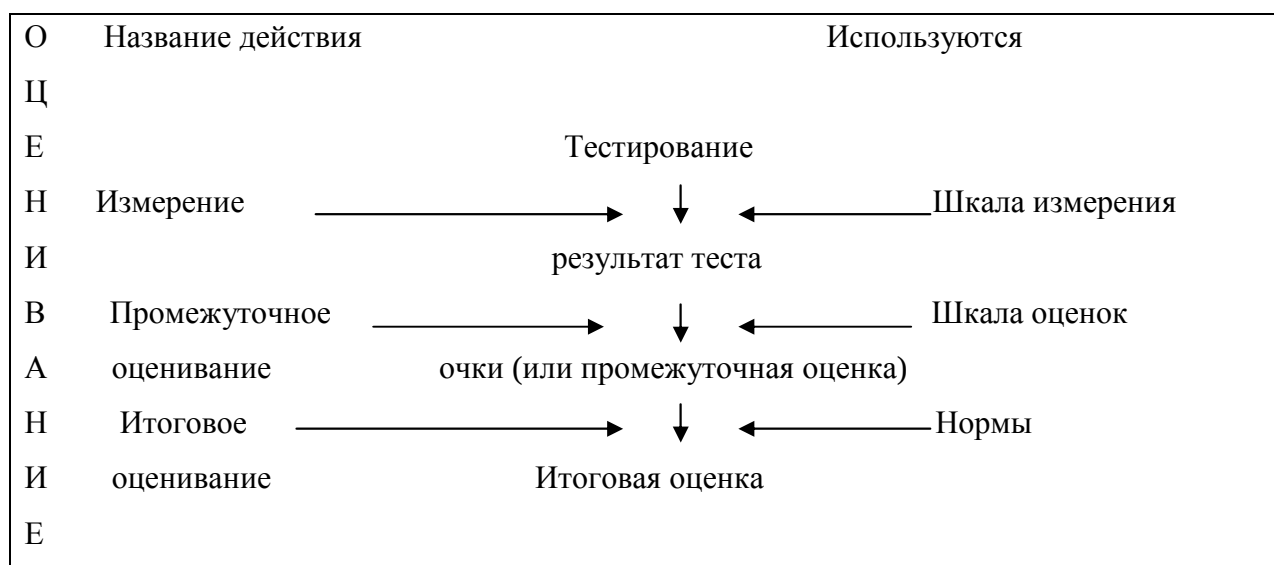
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОЦЕНОК

7.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Зачастую, спортивные результаты, показанные спортсменами, превращают в оценки (очки, баллы, отметки, разряды и т.д.), т.к., во-первых, они выражаются в разных единицах измерения (время, расстояние и т.п.) и поэтому несопоставимы друг с другом; во-вторых, сами по себе не указывают, насколько удовлетворительно состояние спортсмена.

Оценкой называется унифицированная мера успеха спортсмена или спортивного коллектива в каком либо задании, в частном случае - тесте. Процесс выведения оценок называется **оцениванием**.

Схема оценивания



Одни и те же результаты измерения или тестирования могут расцениваться по-разному. На итоговую оценку квалификации спортсмена оказывают влияние возраст, состояние здоровья, экономические и другие особенности условий проведения контроля.

Таким образом, с получением результатов измерения или тестирования контрольное испытание спортсмена не заканчивается. Необходимо дать оценку полученным результатам.

Этой цели служат шкалы педагогических оценок, позволяющие выразить результаты измерения или тестирования в очках (баллах). *Шкалой оценивания называется закон преобразования результатов испытания в педагогическую оценку.*

Шкалы оценок могут выражаться в виде таблиц, формул, графиков. Цель любой таблицы - преобразование показанного спортивного результата (выраженного в объективных мерах: килограммах, секундах, в занятом месте или числе и значимости побед) в условные очки. В спорте и физическом воспитании в основном встречается 4 типа шкал:

1. Пропорциональные.
2. Прогрессирующие.
3. Регрессирующие.
4. Сигмовидные.

Первый тип - **пропорциональные шкалы**. Этот тип предполагает начисление одинакового числа очков за равный прирост результатов. Пропорциональные шкалы приняты в современном пятиборье, конькобежном спорте, гонках на лыжах, лыжном двоеборье, биатлоне и других видах спорта.

Второй тип - **прогрессирующие шкалы**. Здесь чем выше спортивный результат, тем большей прибавкой очков оценивается его улучшение. Прогрессирующие шкалы применяются в плавании, отдельных видах легкой атлетики, тяжелой атлетике.

Третий тип - **регрессирующие шкалы**. В этом случае за один и тот же прирост результатов начисляют по мере возрастания спортивных достижений все меньшее число очков. Такие шкалы обычно кажутся несправедливыми, но применение их во многих случаях целесообразно. Шкалы такого типа приняты сейчас в легкой атлетике: в некоторых видах прыжковых дисциплин.

Четвертый тип - **сигмовидный** (или S - образные шкалы). В этих шкалах улучшение результатов в зонах очень низких и очень высоких

достижений поощряется скупое; больше всего очков приносит прирост достижений в средней зоне. Для оценки спортивных результатов такие шкалы не используются, но они популярны при оценке физической подготовленности.

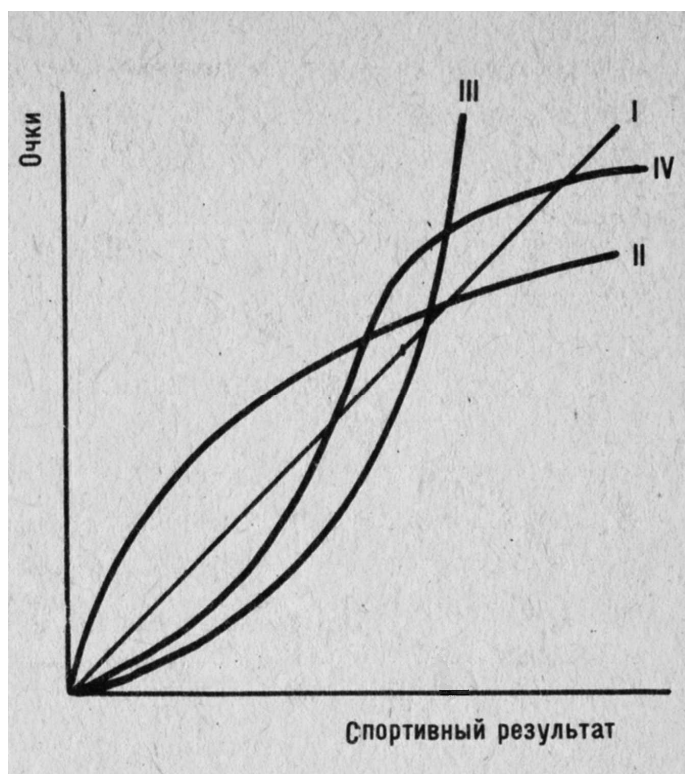


Рис.1 Типы шкал оценок

*I-Пропорциональный тип шкал;
II-Прогрессирующий тип шкал;
III-Регрессирующий тип шкал;
IV-Сигмовидный тип шкал*

Основные задачи оценивания:

1) Сопоставить разные достижения в одном и том же задании, тесте. Например, сопоставить спортивные результаты, равные норме мастера спорта и 1 разряда: сколько перворазрядных результатов соответствуют одному мастерскому.

2) Сопоставить достижения в разных заданиях.

3) Определить нормы, т.е. граничные результаты, которые позволяют формировать совокупность (группы) и относить туда субъекта. Решение этих задач полностью определяет систему оценки.

Педагогическая оценка должна быть:

1. Объективной и справедливой, то есть:

- а) чем выше трудность задания, тем выше должна быть оценка;
 - б) оценивать достижения равной трудности одинаковым количеством очков.
2. Приводить к практически полезным результатам, т.е. форма оценивания выбирается в зависимости от поставленной цели.

Перечисленные выше критерии не всегда совместимы.

Например, прогрессирующая шкала, в принципе, представляется справедливой; даже немного повысить мировой рекорд несравненно труднее, чем добиться этого же прироста результатов на уровне 3 разряда. Эту неравную трудность шкала учитывает: чем выше спортивный результат, тем больше очков начисляется за равный прирост достижений. Практически это приводит к тому, что спортсменам - многоборцам становится выгодно усиленно тренироваться, прежде всего, в своих любимых видах, тех, где они могут получить наибольшее число очков. В условиях командной борьбы прогрессирующая шкала поднимает ценность высоких спортивных результатов, но тормозит массовость: один мастер спорта дает намного больше очков команде, чем несколько разрядников.

Регрессирующие шкалы едва ли можно считать справедливыми, но они полезны. В многоборьях они стимулируют внимание к отстающим видам, в командных соревнованиях – к массовости.

Вопрос о том, какая система оценки лучше, бессмыслен, если не поставлена цель, ради которой эта система вводится. Например, если стоит цель (соревнования по ОФП) устранить слабые звенья в подготовке, то регрессирующая шкала наиболее приемлема, несмотря на ее несправедливость.

Разумеется, во всех случаях, где это осуществимо, целесообразно сочетать критерии обеих групп (справедливость и полезный эффект).

Виды шкал

1. Стандартные шкалы

Эти шкалы названы так потому, что масштабом в них служат стандартные (среднеквадратические) отклонения. Простейшей стандартной шкалой

является Z-шкала. В этой шкале начисляемые очки равны нормированному отклонению (отклонению от средней, выраженному в единицах стандартного отклонения).

$$Z = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma},$$

где: x_i - оцениваемый результат,

$\bar{x}$ - среднее арифметическое значение,

σ - среднеквадратическое (стандартное отклонение)

Из-за отрицательных значений эта шкала неудобна и используется редко.

Наиболее популярна среди стандартных шкал - T-шкала.

$$T = 50 + 10 \cdot \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma},$$

Здесь средняя приравнивается к 50, а стандарт к 10 очкам.

C-шкала - используется при массовых обследованиях, когда не требуется большой точности.

$$C = 5 + 2Z$$

Шкала школьных отметок:

$H = 3 - Z$, используется в ряде стран Европы.

Шкала Бине:

$B = 100 + 16 \cdot Z$, используется при психологических исследованиях.

Стандартные шкалы являются пропорциональными. Они пригодны, если распределение результатов теста близко к нормальному.

2. Перцентильные шкалы основаны на том, что каждый спортсмен из группы получает за свой результат (в соревнованиях или в тесте) столько очков, сколько процентов спортсменов он победил. Таким образом, оценка победителя - 100 очков. Эта шкала наиболее пригодна для оценки результатов больших групп спортсменов. В таких группах статистическое распределение результатов нормальное. Это значит, что очень высокие и низкие результаты показывают единицы из группы, а средние - большинство.

Простота обработки результатов и наглядность перцентильных шкал обусловила их мировое применение в практике. Перцентильные шкалы относятся к *сигмовидным*.

3. Представителем пропорциональных шкал является **шкала выбранных точек**. Она разработана следующим образом: берут высокий результат и приравнивают к 1000 очкам, а среднее достижение группы слабо подготовленных лиц приравнивают к 100 очкам. Затем эти две точки соединяют и по прямой линии определяют количество очков за результат.

4. В видах спорта циклического характера и в тяжелой атлетике результаты зависят от таких параметров, как длина дистанции и вес спортсмена. Эти зависимости называют **параметрическими**.

5. Для случаев, когда условия тестирования не остаются постоянными, разработана **шкала ГЦОЛИФКа**, в основе которой лежит математическое выражение:

$$O = 100 \cdot \left(1 - \frac{\text{лучший результат} - \text{оцениваемый результат}}{\text{лучший результат} - \text{худший результат}} \right)$$

Если спортсмены проходят испытания в комплексе (батарея) тестов, то оценивание можно проводить двумя основными способами.

1. Для последующего анализа используются оценки, полученные отдельно по каждому тесту. Очень часто в таких случаях применяют графическую форму представления результатов тестирования - так называемые **профили**.

2. Выводится итоговая оценка по всему комплексу тестов. Здесь возможны два варианта:

а) суммируют оценки, полученные по отдельным тестам, входящие в комплекс, как выводят итоговые оценки на соревнованиях по многоборьям;

б) оценки, полученные за отдельные виды, сначала умножают на коэффициенты ("веса"), различные для каждого теста, а уже потом складывают.

Такая итоговая оценка по комплексу тестов называется взвешенной оценкой. Ее используют, когда надо усилить значение отдельных видов.

Для более важных тестов "веса" делают высокими.

7.2. РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

«Основы теории педагогических оценок»

Задание: Используя данные таблицы №1 (лаб. раб. №1) тестирования студентов группы в показателях:

x_i - результаты _____

y_i - результаты _____

z_i - результаты _____

перевести спортивные результаты в баллы по каждому из предлагаемых тестов, применив следующие шкалы оценок: 1 – перцентильная шкала, 2 – шкала выбранных точек, 3 – стандартная Т-шкала, 4 – шкала ГЦОЛИФК.

Ход работы:

1. Занести результаты тестирования в таблицу 6.
2. Рассчитать количество баллов, используя шкалы оценок.

1. Перцентильная шкала оценок

1. Проранжировать показатели тестов в порядке убывания.

x_i	dx_i	y_i	dy_i	z_i	dz_i

2. Рассчитать оценки в каждом тесте по формуле:

$$K_x = \frac{(n_x - d_x)}{n_x} \cdot 100\%$$

где: d_x - ранг, полученный каждым спортсменом по тесту;

n_x - число исследуемых;

100% = 100 очкам или баллам.

3. Распределить места по сумме очков в рабочей таблице №6.

2. Шкала выбранных точек

1. Рассчитать оценки в каждом тесте по формуле:

$$K = \frac{90}{x_2 - x_1} \cdot x + \left(100 - 90 \cdot \frac{x_2}{x_2 - x_1} \right)$$

где: x_1 - худший результат по группе;

x_2 - лучший результат по группе;

x - оцениваемый результат.

2. Распределить места по сумме очков в рабочей таблице №6.

3. Стандартная Т-шкала

1. Рассчитать оценки в каждом тесте по формулам:

$$K_x = 50 + 10 \cdot \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x} \quad K_y = 50 + 10 \cdot \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y} \quad K_z = 50 + 10 \cdot \frac{z_i - \bar{z}}{\sigma_z},$$

где: x_i – оцениваемый результат;

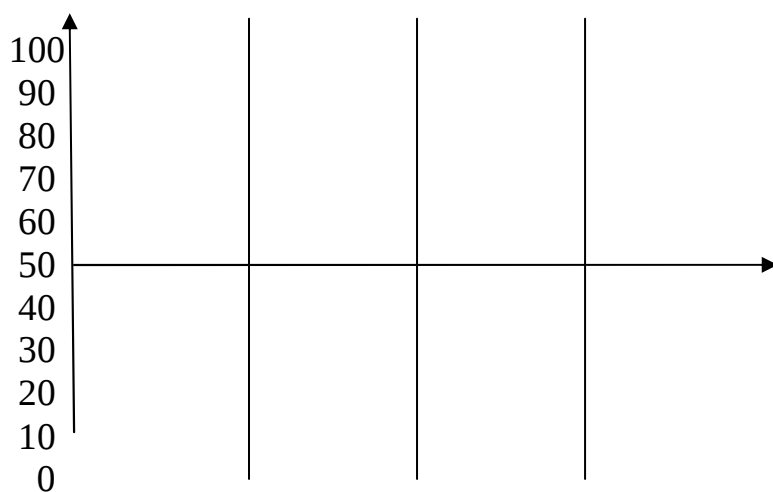
$\bar{x}$ – средняя величина показателя по выборке (из лаб. раб №1);

σ – стандартное отклонение показателя по выборке (из лаб. раб №1).

	x	y	z
$\bar{x}$			
σ			

2. Распределить места по сумме очков в рабочей таблице №6.

3. Построить профиль физического развития по полученным оценкам Т-шкалы.



Оценить профиль своего физического развития.

Вывод:

4. Шкала ГЦОЛИФК

1. Рассчитать оценки в каждом тесте по формуле:

$$K = 100 \cdot \left(1 - \frac{\text{лучший результат} - \text{оцениваемый результат}}{\text{лучший результат} - \text{худший результат}} \right)$$

	x	y	z
<i>Лучший результат</i>			
<i>Худший результат</i>			

2. Распределить места по сумме очков в рабочей таблице №6.

Сделать вывод о том, какая из шкал наиболее объективна в оценивании результатов проведенных тестов.

Вывод:

7.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Что называется шкалой оценки?
2. Чем могут быть заданы шкалы оценок?
3. Типы шкал оценивания.
4. Виды шкал оценок.
5. Задачи оценивания.
6. Требования к оценке.

Таблица 6

Результаты тестов				Перцентильная шкала					Шкала выбранных точек					Т-шкала					Шкала ГЦОЛИФК				
				Очки			Сумма	Место	Очки			Сумма	Место	Очки			Сумма	Место	Очки			Сумма	Место
№	x	y	z	K _x	K _y	K _z			K _x	K _y	K _z			K _x	K _y	K _z			K _x	K _y	K _z		
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							

ТЕМА 8

НОРМЫ В СПОРТЕ

8.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Одной из задач педагогического оценивания является установление норм. Различают 3 вида норм: сопоставительные, индивидуальные и должные.

Сопоставительные нормы имеют в своей основе сравнение людей, принадлежащих к одной и той же совокупности (например, студенты 1^{ой} группы, или пловцы I разряда, или члены сборных команд).

Нормы такого рода удобны тем, что сразу ясно, какому проценту лиц они посильны.

Сопоставительные нормы характеризуют лишь сравнительные успехи испытуемых в данной совокупности в целом. Поэтому сопоставительные нормы должны сравниваться с данными, полученными на других совокупностях, и использоваться в сочетании с индивидуальными и должными нормами.

Индивидуальные нормы основаны на сравнении показателей одного и того же спортсмена в разных состояниях. Например, у каждого спортсмена есть индивидуально оптимальный вес, соответствующий состоянию спортивной формы. Эту индивидуальную норму можно определить, систематически регистрируя вес данного спортсмена в течение достаточно длительного времени. Индивидуальные нормы особенно широко используются в текущем контроле.

Должные нормы основаны на анализе того, что должен уметь делать человек, чтобы успешно справляться с повседневной деятельностью. Например, нормы ГТО по плаванию были введены с учетом того, как должен уметь плавать человек, чтобы уверенно держаться на воде и преодолевать водные преграды.

Таким образом, сопоставительные, индивидуальные и должные нормы имеют в своей основе сравнение результатов одного спортсмена с результатами других спортсменов, показателей одного и того же спортсмена в разные периоды и разных состояниях, имеющихся данных с должными величинами.

К нормам предъявляются следующие требования:

- 1) **Релевантность** - пригодность норм только для той совокупности, для которой они разработаны (нормы, разработанные для Москвы, нельзя переносить автоматически для детей Средней Азии).
- 2) **Репрезентативность** - точность отражения генеральной совокупности (например, условия тестирования, контингент и т.д. должны быть одинаковыми).
- 3) Учитывая, что двигательные возможности людей разных поколений неодинаковы, нормы необходимо периодически пересматривать. Поэтому норма должна быть **современна**.

Релевантность, репрезентативность и современность норм, обязательные условия их пригодности.

8.2. РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

«Определение норм в спорте»

Задание: По результатам тестирования студентов группы _____ в показателе _____ произвести разработку групповых норм по 5-ти балльной системе и определить зону нахождения личного результата.

Ход работы:

1. Занести результаты тестирования в таблицу №7:

Таблица 7

№ п/п	Результаты измерений (x_i)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
$\sum x_i =$		$\sum (x_i - \bar{x})^2 =$	

2. Определить среднее арифметическое и стандартное отклонение:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} =$$

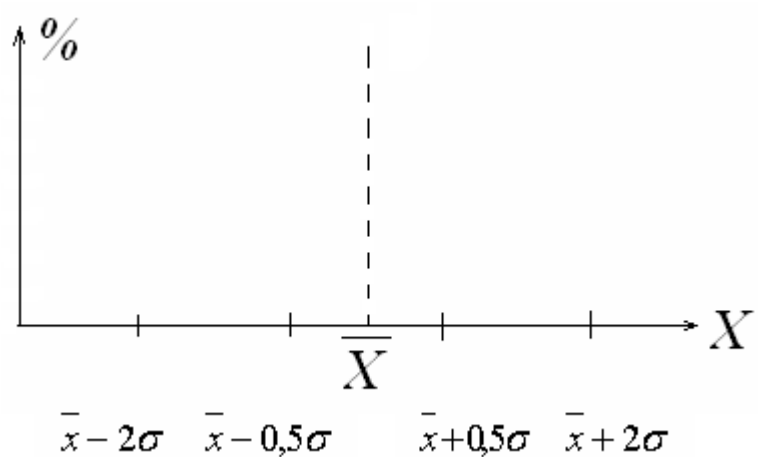
3. Определить границы групповых норм, заполнив таблицу 8.

Таблица 8

Оценка нормы		Границы групповых норм		Процент результатов	
словесная	в баллах			теорет.	практ.
рекордная	5	$x_i \geq \bar{x} + 2\sigma$	$x_i \geq$	2%	
хорошая	4	$\bar{x} + 0,5\sigma \leq x_i < \bar{x} + 2\sigma$	$\leq x_i <$	29%	
нормальная	3	$\bar{x} - 0,5\sigma \leq x_i < \bar{x} + 0,5\sigma$	$\leq x_i <$	38%	
удовлетворительная	2	$\bar{x} - 2\sigma \leq x_i < \bar{x} - 0,5\sigma$	$\leq x_i <$	29%	
неудовлетворительная	0	$x_i < \bar{x} - 2\sigma$	$x_i <$	2%	

Примечание: подставляя полученные в пунктах 2 и 3 значения $\bar{x}$ и σ_x , определить граничные значения каждой нормы для конкретного случая, и подсчитать, сколько результатов попало в соответствующую норму. Затем необходимо рассчитать практический процент результатов, попавших в данную норму.

4. Построить гистограмму по количеству результатов, попавших в ту или иную норму:



5. Сделать вывод по гистограмме:

6. Определить зону нахождения личного результата в показателе _____ и дать словесную характеристику:

8.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Дать определение нормы.
2. Виды норм (сколько, какие, привести пример).
3. К какому виду норм относятся возрастные нормы?
4. Пригодность норм.

ТЕМА 9

МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

9.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

При измерениях с использованием технических средств, количественной мерой изучаемого признака является величина, выраженная в определенных единицах измерения. Такие показатели называют *количественными*.

Качественными являются показатели, не имеющие определенных единиц измерения. Но для них также существуют количественные оценки, являющиеся оценками качества. Они оценивают красоту и выразительность движений, эффективность тренировочной и соревновательной деятельности, качество спортивного инвентаря и т.д.

Методы количественной оценки качественных показателей называются *квалиметрическими*. Методические приемы квалиметрии делятся на 2 группы:

1. Эвристические или интуитивные. К ним относятся: метод анкетирования и метод экспертных оценок.
2. Инструментальные или аппаратные.

Экспертной называется оценка, полученная путем выяснения мнений специалистов. *Эксперт* – сведущее лицо, приглашаемое для решения вопроса, требующего специальных знаний. Экспертиза бывает индивидуальная и групповая. Оценка эксперта является субъективной, это случайная величина, зависящая от эрудиции, опыта, личных вкусов, состояния здоровья и других особенностей эксперта.

Поэтому индивидуальные оценки экспертов - ответственная и важная процедура, основанная на определении эффективности деятельности эксперта.

Способы проведения экспертизы разнообразны.

Наиболее простым является метод предпочтения (ранжирования). Пользуясь этим методом, эксперты расставляют оцениваемые объекты по рангам в порядке убывания их качества. Место, занятое каждым объектом, определяется количеством набранных баллов: чем меньше сумма баллов, тем выше занятое место.

Часто используется и другой способ проведения экспертизы - метод парного сравнения. Он основан на попарном сравнении всех факторов. При этом в каждой сравниваемой паре объектов устанавливается наиболее весомый (он оценивается баллом 1). Второй объект этой пары оценивается в 0 баллов.

При использовании этого метода эксперты заполняют специальную таблицу – матрицу парных сравнений. В ней сопоставляемые объекты фиксируются дважды: в строке и в столбце.

Большое распространение получил метод непосредственной оценки объектов по шкале, когда эксперт помещает каждый объект в определенный оценочный интервал.

Следующий метод экспертизы – последовательное сравнение факторов. Он проводится так: 1) вначале объекты экспертизы ранжируются в порядке значимости; 2) наиболее важному объекту приписывается оценка, равная единице, а остальным (тоже в порядке значимости) – оценки меньше единицы – до нуля; 3) эксперты решают, будет ли оценка первого объекта превосходить по значимости все остальные. Если да, то оценка "веса" этого объекта увеличивается еще больше; если нет, то тогда принимается решение уменьшить его оценку; 4) эта процедура повторяется до тех пор, пока не будут оценены все объекты.

Если экспертиза проводится в виде совместной работы специалистов, то на результатах некоторых из них сказывается групповое влияние. Избежать его можно, проведя экспертизу методом Дельфы. Процедура экспертизы по методу Дельфы продолжается до тех пор, пока разброс отдельных мнений не снизится до заранее выбранного значения.

Экспертные оценки зависят от количества экспертов, от степени согласованности их мнений, которая оценивается по величине **коэффициента конкордации** (W).

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)},$$

где m - число экспертов; n - число спортсменов; S - сумма квадратов отклонений суммы рангов, полученных каждым спортсменом, от средней суммы рангов.

В зависимости от степени согласованности мнений экспертов коэффициент конкордации лежит в пределах от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полном единодушии экспертов).

Степень согласованности считается **высокой** при $W = 1,0-0,75$; **средней** – при $W = 0,74-0,50$; **низкой** – при $W = 0,49-0,20$.

Метод анкетирования – метод выявления мнений посредством заполнения опросных листов.

Анкета представляет собой систему стандартных вопросов. Применяется несколько вариантов анкетирования: групповое, индивидуальное; очное и заочное; персональное и анонимное. При групповом анкетировании на вопросы анкеты отвечает коллектив.

При заочном анкетировании ответы присылаются по почте. При анонимном анкетировании не заполняется демографическая часть анкеты (фамилия, имя, отчество, возраст, образование и др.).

Анкета, как правило, состоит из двух частей: *демографической* и *основной*. В основную часть анкеты включают следующие разновидности вопросов: открытые (свободные) и закрытые; безусловные и условные; прямые и косвенные.

Открытыми называются вопросы, не ограничивающие ответ респондента ("В какой сфере деятельности Вы хотели бы специализироваться?"). Закрытый вопрос, напротив, предполагает заранее определенные варианты ответа.

Прямые вопросы нацелены непосредственно на решение задач исследования ("Роль тактической подготовки в системе спортивной тренировки?").

Условные вопросы, в отличие от безусловных, предлагают респонденту высказать свое мнение о явлениях, которые могли бы иметь место при определенных условиях ("Каким будет состав команды в очередной игре, если сегодняшний матч будет выигран?").

Вопросы в анкете должны быть лаконичны, точны, соответствовать образовательному уровню опрашиваемых (респондентов). Следовательно, от составителя анкеты требуется высокая квалификация, компетентность, грамотность, такт. Качество анкет повышается, если их предварительно подвергнуть экспертной оценке и откорректировать, когда в этом появится необходимость.

9.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

«Квалиметрические интуитивные методы измерения.

Методы экспертизы»

Ход работы:

- 1) Разбить группу студентов на 2 подгруппы:
 - а) группа экспертов $m = 5-6$ человек;
 - б) группа объектов экспертизы (спортсменов) $n = 5-6$ человек.
- 2) Члены второй группы оцениваются по какому-либо качественному признаку (например, выразительность позы по заданию и др.) экспертной группой **методом предпочтения**. В ходе выполнения работы группы меняются ролями.
- 3) Мнение экспертов заносится в таблицу № 9.

Таблица 9

№ эксперта (m)	№ объекта экспертизы (n)										
Сумма рангов, полученных каждым спортсменом											$\Sigma x_i =$
Занятое место											
Отклонение от средней суммы рангов											
Квадрат отклонения от средней суммы рангов											$S =$

- 4) Произвести необходимые расчёты, заполнив все строки таблицы №9.
- 5) Среднюю сумму рангов определить по формуле: $\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n}$, где x_i - сумма рангов, полученная каждым объектом экспертизы; n - число объектов экспертизы.

$$\bar{x} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6) Рассчитать степень согласованности мнений членов экспертной группы.

$$W = \underline{\hspace{2cm}}$$

7) Сделать вывод по величине полученного коэффициента конкордации.

Вывод:

8) Оценить статистическую достоверность коэффициента конкордации при помощи (*хи-квадрат*) χ^2 – *критерия Пирсона*, который в данном случае

вычисляется по формуле:
$$\chi^2_{p.} = \frac{12 \cdot S}{m \cdot n \cdot (n + 1)},$$

где S – сумма квадратов отклонений сумм рангов, полученная каждым объектом, от средней суммы рангов; m – число экспертов; n – число объектов экспертизы.

$$\chi^2_{p.} = \underline{\hspace{2cm}}$$

9) По таблице критических значений χ^2 – *критерия Пирсона* (приложение 4) определить значение $\chi^2_{кр.}$ для числа степеней свободы $\nu = m$ и уровня значимости $\alpha = 0,05$.

$$\chi^2_{кр.} = \underline{\hspace{2cm}}$$

10) Сравнить $\chi^2_{p.}$ с $\chi^2_{кр.}$.

Если $\chi^2_{p.} < \chi^2_{кр.}$, выборочный коэффициент конкордации недостоверен при $\alpha = 0,05$.

Если $\chi^2_{p.} \geq \chi^2_{кр.}$, выборочный коэффициент конкордации достоверен при $\alpha = 0,05$.

Вывод:

9.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Дать определения квалиметрии. Что изучает квалиметрия?
2. Количественные и качественные показатели.
3. Методические приемы квалиметрии.
4. В чем состоит метод экспертных оценок?
5. Какие методики проведения экспертизы Вам известны?
6. Метод анкетирования. Разновидности метода анкетирования.
7. Что называется демографической частью анкеты?
8. Открытые и закрытые вопросы.

ТЕМА 10

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНТРОЛЯ ЗА ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬЮ СПОРТСМЕНОВ

10.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Выносливостью называют способность противостоять утомлению.

Утомлением называется вызванное работой временное снижение работоспособности. *Существуют прямой и косвенный методы определения выносливости.* При прямом методе определяют время, в течение которого человек способен поддерживать заданную интенсивность двигательного задания. Косвенно выносливость измеряют по физиологической реакции организма на дозированную физиологическую нагрузку, т.е. на двигательные задания заданной интенсивности. Наиболее точные результаты дает биохимический анализ ткани и крови во время работы. Часто для оценки выносливости и связанной с ней физической работоспособностью спортсмена измеряют частоту сердечных сокращений (ЧСС), которая в стандартных условиях хорошо коррелирует с потреблением кислорода.

Двигательные задания, предназначенные для оценки выносливости спортсменов, характеризуются тремя основными переменными (эргометрическими показателями): интенсивностью (скоростью, мощностью, силой), объемом (расстоянием, выполненной работой, импульсом силы) и временем выполнения двигательного задания.

Если величины времени, интенсивности и объема двигательных заданий соответствуют друг другу, то, как экспериментально доказательно, при разных вариантах заданий получаются совпадающие результаты. Например, если спортсмен пробегает дистанцию 3 км за 12 мин (средняя скорость 4,1 м/с), то при задании пробежать наибольшую дистанцию за 12 мин (так называемый тест Купера) он пробегает тоже 3 км, а если предложить бежать с постоянной скоростью 4,1 м/с, то он будет в состоянии поддерживать эту ско-

рость в среднем лишь 12 минут и пробежит за это время 3 км. Это так, называемое, правило обратимости двигательных заданий.

Среди наиболее распространенных физиологических проб, проводимых в лабораторных условиях, широкое распространение получила проба PWC_{170} при применении степ-теста, предложенного Гарвардским университетом США.

Гарвардский степ-тест заключается в подъемах на скамейку в течение 5 минут в темпе 30 подъемов в минуту. Если исследуемый утомился и не может поддерживать заданный темп, подъемы прекращаются, и тогда фиксируется продолжительность работы в секундах до момента снижения темпа. Затем учитывается частота сокращений сердца подсчетом частоты пульса. В принятом варианте теста следует считать пульс в течение первых 30 секунд второй, третьей и четвертой минут после прекращения работы. По продолжительности выполненной работы и по количеству ударов пульса вычисляют индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ), показывающий результат пробы.

$$ИГСТ = \frac{t \cdot 100}{(f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2},$$

где t – время восхождения (с);

f_1, f_2, f_3 – количество ударов пульса за 30с 2-ой, 3-ей и 4-ой минут восстановления.

Оценка физической работоспособности по индексу Гарвардского степ-теста:

Таблица 10.

ИГСТ	Оценка выносливости
54	слабая
55-64	ниже средней
65-79	средняя
80-89	хорошая
90 и выше	отличная

Индекс Гарвардского степ-теста более точно рассчитывается, если пульс считать 3 раза в первые 30 с 2, 3 и 4 минут восстановления.

Высоту ступеньки и время восхождения выбирают в зависимости от пола и возраста испытуемого (таблица 11).

Таблица 11

Высота ступеньки и время восхождения в Гарвардском степ-тесте

Контингент	Возраст	Высота ступеньки	Время восхождения
Мужчины	взрослые	50	5
Женщины	взрослые	43	5
Юноши и подростки	12-18	50	4
Девушки и подростки	12-18	40	4
Мальчики и девочки	8-11	35	3
Мальчики и девочки	до 8 лет	35	2

10.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

«Тестирование выносливости спортсменов»

Цель работы: познакомиться с косвенным методом тестирования выносливости спортсменов.

Приборы и оборудование:

1. Разновысокие ступеньки.
2. Секундомер.
3. Метроном.

Ход работы:

1. Провести предварительную разминку и выполнить несколько пробных восхождений.
2. Определить уровень физической работоспособности по Гарвардскому степ-тесту.

$f_1 =$ _____

$f_2 =$ _____

$f_3 =$ _____

$t =$ _____

ИГСТ =

По таблице №10 определить уровень развития выносливости. Сделать вывод.

Вывод:

3. Рассчитать мощность выполненной работы.

$$W = \frac{P \cdot h \cdot n}{t} \left[\frac{\text{кгм}}{\text{мин}} \right], \text{ где:}$$

P – вес тела (кг);

h – высота ступеньки (м)

n – число восхождений;

t – время восхождения (мин).

$W =$

Вывод:

10.3. ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Что называется выносливостью и утомлением?
2. Какие методы используются для определения выносливости?
3. Что является показателем выносливости при прямом методе?
4. Какими показателями характеризуется двигательное задание, предназначенное для оценки выносливости спортсмена?
5. Что называется обратимостью двигательного задания?
6. Как измерить выносливость косвенным методом?
7. Общие требования к контролю выносливости.
8. Коэффициент выносливости.
9. Определение уровня развития выносливости по результатам контроля за технико-тактическим мастерством.
10. Добротность тестов выносливости.

ТЕМА 11

ТИПЫ СОСТОЯНИЙ СПОРТСМЕНОВ

11.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Цель спортивной тренировки – воздействие на состояние спортсмена, в результате такого воздействия состояние изменяется. Различают три типа состояний: *устойчивое* (этапное, перманентное), *текущее* и *оперативное*.

1. *Устойчивое (этапное)* состояние можно удерживать достаточно долго: недели и месяцы. Комплексная характеристика этапного состояния спортсмена, отражающая его возможности к демонстрации спортивных достижений, называется подготовленностью, а состояние оптимальной (наилучшей для данного момента тренировки) подготовленности – *спортивной формой*. В течение одного или нескольких дней нельзя достигнуть состояния спортивной формы или утратить его. Этапное состояние является следствием многих тренировочных занятий, воздействия которых постепенно суммируются. Поэтому справедливо утверждение, что в основе этапных состояний лежит *кумулятивный тренировочный эффект* (КТЭ).

2. *Текущее* состояние характеризуется повседневными колебаниями уровня подготовленности (этапного состояния) спортсменов. Нагрузка любого из занятий повышает или снижает этот уровень. Но обычно такие изменения устраняются в интервалах отдыха между занятиями. В их основе лежит *отставленный тренировочный эффект* (ОТЭ). Текущее состояние спортсмена определяет нагрузку тренировочных занятий в микроцикле тренировки.

Частный случай текущего состояния, характеризующийся возможностью показать в ближайшие дни в соревновательном упражнении результат, близкий к максимальному, называется *текущей готовностью*.

3. Состояние спортсмена в момент выполнения упражнения или сразу же после его окончания называется *оперативным*. Оно неустойчиво и быстро изменяется после отдыха между повторениями упражнения или снижения

нагрузки в нем. Оперативное состояние изменяется в ходе тренировочного занятия. Этими изменениями тренер может управлять, если будет правильно планировать длительность и интенсивность упражнений, интервалы отдыха, число повторений. Готовность показать в соревновательном упражнении результат, близкий к максимальному, называется *оперативной*.

Содержание и организация комплексного контроля каждого состояния неодинаковы. Поэтому различают:

1) этапный контроль, цель которого – оценить подготовленность спортсмена;

2) текущий контроль, по результатам которого определяют повседневные (текущие) колебания этой подготовленности;

1) оперативный контроль, который позволяет определить состояние спортсмена непосредственно в момент выполнения упражнений.

Цель этапного контроля - получить информацию, на основании которой можно составить планы подготовки на период, этап или какой-то другой относительно длинный срок. Программа этапного контроля формируется следующим образом.

Один блок (батарею) составляют общие для многих видов спорта неспецифические тесты. Они предназначены для оценки физического состояния спортсмена. В лабораторных условиях измеряется длина и масса тела, а также объём жировой и мышечной ткани. Здесь же в покое определяются базовые показатели здоровья спортсменов (по составу крови и мочи, форме ЭКГ, состоянию важнейших систем организма). Затем спортсмен бежит на тредбане или вращает педали велоэргометра до полного утомления («до отказа»); интенсивность выполнения ступенчато возрастает.

Критериями физической работоспособности в таких местах является:

1) *время*, в течение которого спортсмен мог выполнять задание;

2) *объём работы* (он определяется как произведение средней мощности на время теста);

3) *максимальное потребление кислорода*.

Кроме того, непосредственно измеряются или рассчитываются такие показатели, как максимальная лёгочная вентиляция (МЛВ), концентрация молочной кислоты в мышцах и артериальной крови, максимальный кислородный долг (МКД) и т.п.

Значения всех этих показателей сравниваются: с исходными (показателями покоя) и с объемом работы в тесте. На основании исходных данных и результатов сравнения делается вывод о здоровье и физической работоспособности спортсменов.

Второй блок – это специфические тесты, структура которых должна соответствовать структуре соревновательного упражнения. Мера их информативности определяется по величине коэффициентов корреляции между результатами в соревнованиях и достижениями в тестах.

Надежность тестов этапного контроля определяется соотношением внутрииндивидуальной и межиндивидуальной изменчивости. Если межиндивидуальные различия результатов в тесте велики, а различия в серии измерений у одного и того же спортсмена малы, то тест будет надежным.

Этапный контроль предполагает регистрацию достижений в соревнованиях и тестах в начале и конце очередного этапа подготовки. Анализ результатов контроля проводится на основании оценки зависимости между приростами достижений в соревновательных упражнениях и тестах, с одной стороны, и частными объемами нагрузок за этап – с другой. Для этого частные объемы специализированных и неспециализированных упражнений, а также упражнений разной направленности сопоставляются с показателями кумулятивного тренировочного эффекта.

При организации этапного контроля следует на всех этапах подготовки использовать одни и те же тесты (такие тесты называют *сквозными*). В этом случае можно получить динамику и показателей и проанализировать ее.

Основная задача *текущего контроля* – сбор и анализ информации, необходимой для планирования нагрузок или их коррекции в микроциклах тренировки.

Информативность тестов текущего контроля определяется на основе сопоставления ежедневной динамики результатов в тестах со следующими критериями:

- 1) достижениями в комплексе тестов;
- 2) показателями выполняемой тренировочной нагрузки.

В первом случае у спортсмена каждый день регистрируют результаты по нескольким тестам. Может оказаться, что динамика этих результатов однонаправлена. В таком случае нужно выбрать из этой группы тестов один и использовать его для текущего контроля.

Во втором случае сопоставляют динамику результатов тестов с показателями нагрузки. Наиболее информативными считаются те тесты, результаты в которых в наибольшей степени изменяются после выполнения тренировочных заданий. Например, после нагрузок скоростно-силового характера увеличивается твердость расслабленных мышц. Следовательно, значения твердости, измеренные с помощью миотонометра можно использовать для текущего контроля.

Надежность тестов текущего контроля оказывается высокой, если дисперсия повторных измерений, проведенных в один из дней, будет намного меньше, чем дисперсия результатов ежедневных измерений.

Основная задача *оперативного контроля* - экспресс-оценка состояния, в котором находится спортсмен в момент или сразу по окончании упражнения (серии упражнений, занятия). В содержание этой разновидности контроля входит также срочная оценка техники упражнений и тактики.

Оперативный контроль является наиболее важным, так как по его результатам судят о соответствии реального срочного тренировочного эффекта (СТЭ) запланированному.

В оперативном контроле и планировании можно условно выделить три этапа. На первом основное внимание уделялось тому, что должен выполнять спортсмен на тренировочном занятии. Поэтому в планах-конспектах подробно записывали упражнения, способы их выполнения, дозировку и т. п. Долж-

ный тренировочный эффект работы не указывался, но лучшие наши тренеры предполагали, что если спортсмен полностью выполнит задание, то это приведёт к достижению необходимого эффекта.

Второй этап характерен тем, что наряду с описанием методики выполнения упражнений в методике стали появляться указания о должных нормах тренировочных эффектов.

Ускорение научно-технического прогресса в спорте сказалось прежде всего на повышении эффективности оперативного контроля и планирования нагрузок. Тренировочный процесс всё более становится процессом управления срочными тренировочными эффектами. Этим и отличается третий этап развития методики оперативного контроля и планирования. Вначале задаются должные средства и методы, которые позволяют достичь их. В связи с этим к тестам и методике оперативного контроля, которые должны подтверждать достижения запланированных СТЭ, предъявляются очень жёсткие требования. Если условия позволяют, то контроль осуществляется непосредственно по ходу выполнения упражнения. Если нет - то сразу же по его окончании.

Информативность тестов оперативного контроля определяется тем, насколько чувствительны они к выполняемой нагрузке. Этому требованию в наилучшей степени удовлетворяют биомеханические, физиологические и биохимические показатели. Величина информативности тестов ОК определяется значением коэффициента корреляции, между изменениями критерия и изменениями в тесте.

Надёжность тестов оперативного контроля зависит прежде всего:

- 1) от точности воспроизведения величины нагрузки в повторных попытках;
- 2) от неизменности подготовленности спортсменов в разные этапы тестирования.

Оперативная оценка «физиологической стоимости» разных тренировочных упражнений и счёт взаимодействия СТЭ каждого из них имеет важ-

ное значение при выборе рациональной последовательности упражнений в занятии. Планируя нагрузку, тренер должен предусмотреть положительное взаимодействие СТЭ разных упражнений. Это позволит усилить сдвиги в организме, вызванные предшествующей и последующей работой.

Оперативная оценка технико-тактического мастерства спортсменов предполагает контроль за их действиями в соревнованиях и тренировках. В зависимости от запланированной направленности тренировочных упражнений содержание оперативного контроля и используемые критерии состояния спортсмена меняются.

11.2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Сравниваемые характеристики	ТИПЫ СОСТОЯНИЙ СПОРТСМЕНОВ		
1. <i>Определение</i>			
2. <i>Комплексная характеристика</i>			
3. <i>Тренировочный эффект</i>			
4. <i>Разновидности контроля</i>			

5. Место проведения контроля			
6. Время проведения контроля			
7. Задача контроля			
8. Тесты, используемые при организации контроля			
9. Информативность			
10. Надёжность			

ТЕМА 12

КОНТРОЛЬ ЗА ТРЕНИРОВОЧНЫМИ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫМИ НАГРУЗКАМИ

12.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Контроль нагрузок является важнейшим элементом спортивной тренировки. От умения тренера планировать и контролировать тренировочные нагрузки во многом зависит процесс спортивных достижений спортсмена, интенсификации тренировочного процесса. Можно сказать, что внедрение современных тренировочных методик практически невозможно без повседневного контроля нагрузок и их перспективного планирования.

Пример:

- программированный тренировочный процесс;
- моделирование тренировочной и соревновательной деятельности.

В разных видах спорта используется множество показателей, регистрируемых при контроле за нагрузками. Это очевидно, т.к. состав тренировочных средств включает в себя сотни упражнений. Основная задача контроля за нагрузками - выбрать наиболее оптимальные и эффективные упражнения и желательно при этом учитывать индивидуальные особенности спортсмена.

В основе контроля за нагрузками лежит их классификация по характеристикам.



Специализированность определяет меру сходства тренировочного упражнения с соревновательным.

Направленность определяется воздействием тренировочного упражнения на развитие какого-либо двигательного качества.

Координационная сложность нагрузок заключается в величине дополнительных тренировочных эффектов - скорости и амплитуде движений, условия выполнения тренировочного упражнения, дефицит времени и т.д.

Величина нагрузок определяется степенью воздействия упражнения на организм спортсмена.

Необходимо помнить также о необходимости учета условий, в которых проходят тренировки (среднегорье, t и влажность воздуха и т.д.).

Контроль за специализированностью нагрузки

Все тренировочные упражнения можно распределить на две группы в зависимости от степени их сходства с соревновательными:

- специализированные нагрузки;
- неспециализированные нагрузки.

Упражнения первой группы используются как средства специальной подготовки и обладают наибольшим тренировочным воздействием. Их использование приводит к быстрому приобретению навыков, совершенствованию двигательных качеств и быстрому росту спортивных результатов.

К специализированным (специальным) упражнениям относят элементы соревновательных действий, их варианты (например, с отягощением), а также упражнения, сходные с ними. Степень сходства устанавливается путем сопоставления биомеханических характеристик тренировочного и соревновательного упражнений.

Специализированность упражнений может быть определена по величине коэффициентов корреляции, рассчитанных между их результатами и соревновательными результатами.

Контроль специализированности нагрузок можно проводить сопоставлением кинематических и динамических характеристик тренировочных и соревновательных упражнений. Так, в тренировке можно контролировать траекторию движения сегментов локтевого и плечевого суставов (например, для пловцов и гребцов) при тренировках на суше - сравнивать с траекториями движения этих сегментов на воде. Однако следует помнить, что это чисто внешние характеристики - силовые - величина соотношения для каждого вида различна.

Специализированность нагрузки определяется также по характеру механизмов энергообеспечения соревновательного и тренировочного упражнений.

Например, специализированными по отношению к легкоатлетическому спринту будут прыжковые упражнения и упражнения в быстром темпе. В обоих случаях энергия поставляется за счет сходных механизмов.

В видах спорта с большим объемом технических действий специализированность нагрузки определяется по тому, насколько:

- 1) совпадают элементы соревновательного и тренировочного упражнений;
- 2) близки к соревновательным те ситуации, в которых выполняется тренировочное упражнение.

Необходим учет квалификации спортсмена: для новичков любое упражнение оказывает тренирующее воздействие и приводит к росту спортивных результатов, а для спортсменов высокой квалификации специализированными могут быть только тренировочные упражнения, очень близкие по своей структуре к соревновательному.

Информативным критерием является коэффициент специализированности нагрузки, который определяется как отношение частного объема специализированных упражнений к общему объему:

$$K_{\text{сп}} = \frac{\sum t_{\text{сп}}}{\text{вся нагрузка}} \cdot 100 \%$$

Контролируя тренировочную деятельность с помощью этого коэффициента, можно проследить и проанализировать динамику специализированных упражнений на этапах подготовки.

Контроль за направленностью нагрузки

Направленность тренировочных нагрузок обычно классифицируют по основным физическим качествам.

Для классификации упражнений по их влиянию на развитие двигательных качеств, используют показатели срочного тренировочного эффекта (СТЭ). Эти показатели измеряют либо при выполнении упражнений, либо сразу же по их окончании. Воздействие нагрузки упражнений на СТЭ обусловливается:

- 1) значениями компонентов упражнений;
- 2) методом их выполнения;
- 3) уровнем физической работоспособности спортсменов.

Срочный тренировочный эффект зависит от режима выполнения тренировочного упражнения. Тренер должен контролировать:

- продолжительность упражнений (длина преодолеваемых участков);
- интенсивность его выполнения (V);
- длительность временных интервалов отдыха между повторениями;
- характер отдыха;
- число повторений.

Часто приходится учитывать и размер спортивной площадки, дорожки, на которой выполняется упражнение, количество спортсменов, выполняющих упражнение.

Удлинение временных интервалов отдыха между повторениями двигательных упражнений при сохранении максимальной интенсивности приводит к анаэробной производительности вместо аэробной, следовательно, тренировка приведет к отработке скоростной выносливости вместо общей вынос-

ливости, поскольку в этом случае кислородопотребление всего 2,5 л вместо 5 л при коротких интервалах отдыха.

Можно планировать направленность нагрузок в пределах:

- до 3% - упражнения скоростно-силовой направленности;
- до 6% - упражнения, развивающие скоростную выносливость;
- до 91%- упражнения на общую выносливость.

Эти соотношения установлены исходя из уже известных из физиологии и биохимии данных. Как вы понимаете, оценка СТЭ по показателям физиологической нагрузки сопряжена с известными трудностями и это скорее научные исследования, не часто встречаемые в практике тренеров. Тренеры часто выбирают уже апробированные упражнения, направленность которых очевидна. Напомним, что при этом следует строго контролировать отмеченные выше компоненты, от которых зависит СТЭ, т.к. одно и то же упражнение может привести к разной направленности.

Контроль за величиной нагрузки

Величиной нагрузки называют количественную меру тренировочных воздействий.

Мы уже неоднократно отмечали две стороны нагрузки:

- *физическую нагрузку* (ее называют внешней). Это интенсивность, объем и время выполнения упражнений (скорость, число повторений, подходов и т.д.);
- *физиологическую нагрузку* (внутреннюю). Она характеризуется реакциями организма на воздействие физической нагрузки и определяется зачастую по потреблению O_2 , O_2 - долг, ЧСС, кислотнощелочное равновесие крови и пр.

Величина нагрузки, в принципе, должна определяться как произведение объема, выраженного в физических показателях, на интенсивность (физиологическую). Поэтому и контроль за величиной нагрузки требует учета объема и интенсивности нагрузки.

Когда мы говорим о контроле за объемом нагрузки, мы подразумеваем нагрузку физическую. Основными показателями объема будут:

- время, затраченное на тренировочную и соревновательную деятельность
- число тренировочных занятий и соревнований;
- количество тренировочных дней в микроцикле.

Во всех без исключения видах спорта наблюдается закономерная связь - чем больше затраты времени на подготовку спортсмена, тем значительнее рост спортивных результатов. Разумеется, у новичков при равных затратах времени прогресс результатов выше, чем у высококвалифицированных спортсменов.

Выделяют общий и частный объемы тренировочных занятий. Обобщенные показатели объемов нагрузки не всегда удобны для анализа. Поэтому в практике контроля необходимо использовать частные объемы, т.е. объемы отдельных тренировочных средств и их групп.

К частным следует отнести и объемы физической нагрузки различной интенсивности. Так, если спортсмен наплавал за месяц 60 км, следует учитывать, как частный, объем интенсивного плавания. Это позволит проследить за влиянием нагрузок разной интенсивности на результат, что важно при существующей тенденции интенсификации нагрузок.

Интенсивность нагрузки - это количество действий, выполняемых в единицу времени. В практике спорта можно учитывать абсолютную интенсивность. Это может быть максимальная скорость бега, плавания, гребли или максимальная мощность. Измеряется в физических единицах измерения (м/с, кг, частота движений). Однако значительно чаще при контроле величины нагрузки учитывают относительную интенсивность, которая измеряется в % от:

- V_{max} на данной дистанции (число элементов или комбинаций в ед. времени);
- V_{max} , на которую способен спортсмен при кратковременном упражнении.

Интенсивность физиологической нагрузки определяют по величине сдвигов в основных функциональных системах организма: дыхательной и

сердечно-сосудистой. Основа для расчета - показатели в соревновательном упражнении.

Пример: в беге на 800 м средняя ЧСС была 170 уд/мин. В тренировочных забегах относительная интенсивность при 150 уд/мин будет равна 90%.

Обычно в каждом виде спорта известно среднее значение ЧСС соревновательного упражнения, поэтому можно контролировать среднюю интенсивность всей тренировки.

Особенно важно проводить подобный подсчет для игровых видов спорта, т.к. переменный характер упражнений здесь преобладает.

Теперь можно заняться вопросами контроля величины нагрузки. Напомним, что величина нагрузки равна произведению объема на интенсивность (в физиологических показателях).

Пример 1. Спринтер пробежал с $V_{\max}$ 10 сек. Известно, что при таком темпе интенсивность энерготрат = 5 ккал/с. Следовательно, величина нагрузки равна $10 \text{ с} \cdot 5 \text{ ккал/с} = 50 \text{ ккал}$

Пример 2. В разминочном темпе спринтер пробежал 1000 м за 200 сек. Энерготраты при этом составили 0,3 ккал/с. Величина нагрузки при этом равна 60 ккал.

Как видим из примеров, величина нагрузки будет одинаковой, хотя объем различается в 20 раз. Часто для оценки величины нагрузки по энерготратам используют показатели O_2 потребления и O_2 -долга. При этом проводят подсчет этих показателей и умножают общее число необходимого O_2 на 5, т.к. при 1 литре O_2 высвобождается 5 ккал. В этом случае необходимо проводить измерения O_2 -потребления.

Так как часто и не для всех упражнений можно определить энерготраты, определяют величину нагрузки по произведению времени выполнения упражнения на интенсивность, выраженную в баллах. В этом случае проводят шкалирование оценок по зависимостям типа "нагрузка физическая - нагрузка физиологическая".

Можно ориентироваться на следующие показатели:

Интенсивность работы при ЧСС:

- 120 уд/мин - 2 балла
- 150 уд/мин - 7 баллов
- 180 уд/мин - 17 баллов
- 198 уд/мин - 33 балла

Отсюда легко подсчитать величину нагрузки для всего занятия, умножив интенсивность на время выполнения отдельного упражнения. Физиологическая интенсивность серии занятий определяется как произведение нагрузки одного занятия на число занятий.

12.2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

КОНТРОЛЬ НАД ТРЕНИРОВОЧНЫМИ НАГРУЗКАМИ					
Характеристики нагрузки					
1. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОСТЬ НАГРУЗКИ					
Определение					
Что предполагает					
Классификация специализированности					
Методы оценки степени сходства					
Как определяется в видах спорта с большим объёмом технических действий					
От чего зависит соотношение специализированных и неспециализированных тренировочных средств					
2. НАПРАВЛЕННОСТЬ НАГРУЗКИ					
Определение					
Классификация направленности					

Какие показатели лежат в основе классификации		
От чего зависит СТЭ		
Компоненты СТЭ	В циклических видах спорта	В спортивных играх
<i>3. КООРДИНАЦИОННАЯ СЛОЖНОСТЬ НАГРУЗКИ</i>		
Определение		
Классификация координационной сложности		
Методы определения		
К чему приводит выполнение координационно-сложных упражнений		
Формы проявления		
Причины появления		
Методы контроля		

4. ВЕЛИЧИНА НАГРУЗКИ				
Определение				
Классификация нагрузки				
Показатели сторон нагрузки.				
Показатели объёма физической на- грузки.				
Виды объёмов физической нагрузки				
Показатели интенсивности физиче- ской нагрузки. Единицы измерения. Расчётная формула				
Интенсивность физиологической на- грузки				
Как определяется величина нагрузки				
<u>КОНТРОЛЬ НАД СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫМИ НАГРУЗКАМИ</u>				
Классификация				
Какими показателями измеряется				

ТЕМА 13

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОТБОР В СПОРТЕ

РЕФЕРАТ (СРС №2)

«Метрологические основы отбора в избранном виде спорта»

ТРЕБОВАНИЯ:

- 1) При написании реферата необходимо пользоваться дополнительной литературой из библиотеки или читального зала ВГАФК по избранному виду спорта (специализации).
- 2) Только распечатанный вид (бумага - белая; размер - А4; в папке-уголок).
- 3) Титульный лист.
- 4) План к реферату, список используемой литературы.
- 5) Объём произвольный, но обеспечивающий раскрытие темы (не более 8-ми страниц)
- 6) Требования к оформлению текста: все поля – по 20 мм; интервал - 1,5; абзац - 1,25; выравнивание - по ширине; шрифт - Times New Roman; размер - 14.

ГЛОССАРИЙ

Измерение – совокупность операций, выполняемых с помощью технических средств, хранящих единицу величины и позволяющих сопоставить с нею измеряемую величину.

Абсолютные измерения – измерения, при которых используются прямые измерения одной (иногда нескольких) основной величины и физическая константа.

Абсолютная погрешность - величина, равная разности между показанием измерительного прибора и истинным значением измеряемой величины.

Адаптация - многокомпонентная и динамическая стратегия управления функциями организма, дающая, в зависимости от условий окружающей среды, наилучший или оптимальный общий результат.

Анкета – опросный лист для получения каких-нибудь сведений об испытуемом.

Анкетирование - метод сбора мнений посредством заполнения анкет.

Асимметрия – мера несимметричности распределения. Если асимметрия отчетливо отличается от 0, распределение асимметричное, плотность нормального распределения симметрична относительно среднего.

Аутентичность теста – способность теста точно и надежно измерять изучаемое свойство.

Бесповторный метод отбора – отбор объектов в выборку из генеральной совокупности, при котором объект после измерения не возвращается в генеральную совокупность.

Варианта - отдельно взятый член вариационного ряда или числовое значение варьирующего признака.

Вариационный ряд – двойной столбец ранжированных чисел, содержащий варианты и частоты.

Вариация - внутренняя изменчивость или неоднородность результатов измерения.

Величина - количественное выражение всего, что можно измерить и исчислить.

Вероятность – число, выражающее меру объективной возможности наступления случайного события.

Временные сдвиги – одни и те же показатели, измеренные у одних и тех же испытуемых в разное время.

Выборочная совокупность (выборка) – часть генеральной совокупности, которая ее представляет, объем выборки обозначается *n*.

Выносливость - способность длительно выполнять упражнения без снижения их эффективности. Принято различать виды выносливости - общей, скоростной, силовой и др.

Генеральная совокупность – наиболее общая совокупность объектов, объединяемых одним признаком, объем генеральной совокупности обозначается *N*.

Гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой. Различают активную и пассивную гибкость, а разница между ними называется дефицитом активной гибкости.

Гониометрия - метод измерения угловых перемещений.

Государственные эталоны – официально утвержденные в качестве исходных для страны первичный или специальный эталоны, утверждаются в качестве исходного средства измерения для страны национальным органом по метрологии – в России Госстандарт РФ.

Датчик - элемент измерительной системы, который непосредственно воспринимает изменения измеряемого объекта.

Двусторонние гипотезы – гипотезы, в которых допускается, что различие параметров двух генеральных совокупностей может быть любого знака (больше или меньше).

Динамометрия - раздел измерительной техники, посвященный измерению сил.

Динамические измерения – измерения связанные с величинами, которые в процессе измерений претерпевают те или иные изменения (например, усилия, развиваемые спортсменом в опорный период при прыжках в длину с разбега).

Дисперсия – показатель вариации эмпирических данных: средний квадрат отклонений вариант от их средней величины в данной совокупности.

Доверительные вероятности – вероятности, признанные достаточными для того, чтобы уверенно судить о генеральных параметрах на основании выборочных характеристик.

Дополнительная погрешность - погрешность измерительного прибора, вызванная отклонением условий его работы от нормальных.

Достоверность - то, что не вызывает сомнений. Уверенность, с которой судят о генеральных параметрах по результатам выборочных наблюдений.

Единица измерений – число, которому присвоено числовое значение, равное 1 (единице).

Единство измерений - состояние измерений, при котором результаты их выражены в узаконенных единицах, а погрешность известна с заданной вероятностью.

Зависимые результаты измерения – результаты проведения эксперимента в одной и той же группе.

Измерение - установление соответствия между изучаемыми явлениями, с одной стороны, и числами, с другой. Измерение есть приписывание чисел вещам в соответствии с определенными правилами.

Иерархичность - многоступенчатое построение системы с подсистемами старшего и младшего ранга.

Измерительные приборы – средства измерений, которые позволяют получать измерительную информацию в форме, удобной для восприятия пользователем.

Измерительные принадлежности – вспомогательные средства измерений величин, необходимые для вычисления поправок к результатам измерений, если требуется высокая степень точности.

Измерительные сдвиги – одни и те же показатели, измеренные у одних и тех же испытуемых разными способами.

Измерительные системы – автоматизированные системы, обеспечивающие ввод информации в систему, автоматизацию самого процесса измерения, обработку и отображение результатов измерений для восприятия их пользователем.

Измерительные установки – состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, собранных в одном месте.

Индекс – показатель, характеризующий изучаемое явление.

Индикатор – технические устройства, предназначенные для обнаружения (индикации) физических свойств.

Инструментальные измерения - измерения, выполняемые с помощью специальных технических средств.

Информативность теста - степень точности теста, с какой он измеряет свойство, для оценки которого используется.

Калибровка - определение погрешностей или поправка для совокупности мер.

Качественный показатель - показатель, не имеющий определенной единицы измерения.

Квалиметрия - раздел метрологии, изучающий вопросы измерения и количественной оценки качественных признаков.

Кибернетическая система - система управления со сложным поведением и сложной структурой потоков информации, состоящая из очень большого числа элементов.

Кинограмма - отпечатанный на фотобумаге отрезок киноленты.

Классификация – процесс распределения объектов на группы, которые обладают одинаковыми свойствами.

Компаратор – равноплечие весы, измерительный мост, а иногда, в качестве компаратора выступает человек.

Комплектование команд - формирование спортивного коллектива, выступающего на соревнованиях как единое целое.

Контроль - сбор информации о состоянии объекта управления и сравнение его действительного состояния с должным.

Корреляционная взаимосвязь – взаимосвязь, когда одному значению первого признака соответствует средняя арифметическая нескольких значений другого признака.

Корреляция - взаимозависимость между варьирующими признаками.

Корреляционный анализ – метод изучения корреляционных взаимосвязей показателей, при котором изменение одного показателя влечет за собой изменение другого.

Косвенные измерения – искомое значение величины устанавливают по результатам прямых измерений таких величин, которые связаны с искомой определенной зависимостью.

Коэффициент асимметрии - дает оценку закона распределения. При правосторонней (положительной) асимметрии варианты накапливаются преимущественно в левой, а при левосторонней (отрицательной) - больше в правой части ряда. Коэффициент асимметрии - величина относительная; он колеблется от нуля до единицы.

Коэффициент вариации – возвращает ковариацию, то есть среднее произведений отклонений для каждой пары точек данных, используется для определения связи между двумя множествами данных.

Коэффициент сопряженности – показатель связи (сопряженности) между качественными признаками, которые не поддаются непосредственному измерению.

Коэффициент эксцесса - характеризует накопление вариантов в центральных классах вариационного ряда. При островершинном распределении к. э. положительный, при плосковершинном или двухвершинном распределении - отрицательный. Для строго симметричных распределений к. э. равен нулю.

Критерий - (мерило, средство суждения) показатель, позволяющий судить о надежности выводов относительно принятой гипотезы, ожидаемого результата и др.

Кумулятивный тренировочный эффект - изменения в организме, которые происходят в результате суммирования следов многих тренировочных занятий.

Лабораторные средства измерений – относятся к рабочим средствам измерений, которые применяют для научных исследований, они самые точные и чувствительные.

Линейная корреляция – когда направление связи между изучаемыми признаками выражается прямой линией.

Магазин мер – сочетание мер, конструктивно объединенных в одно механическое целое, в котором предусмотрена возможность посредством ручных или автоматизированных переключателей, связанных с отчетным устройством, соединять составляющие магазин меры в нужном сочетании.

Математическая статистика - наука о математических методах систематизации и использования статистических данных для научных и практических выводов.

Медиана (Me) – значение, которое делит упорядоченное множество так, что одна половина значений оказывается больше медианы, а другая – меньше.

Мера – средство измерения, предназначенное для воспроизведения физических величин заданного размера.

Метод корреляционных плеяд – статистический метод на классификацию.

Методы точечных и интервальных оценок – позволяют выявить максимально близкие значения и границы интервалов, между которыми с большей вероятностью находятся истинные значения искомых параметров.

Метрология - наука об измерениях.

Механический отбор – отбор, при котором генеральная совокупность делится на группы, число которых равно объему выборки, а затем из каждой группы случайным образом выбирается один объект.

Многократные измерения – измерения характеризуются превышением числа измерений количества измеряемых величин; обычно минимальное число измерений в данном случае больше трех; преимущество в значительном снижении влияний случайных факторов на погрешность измерения.

Множество – совокупность элементов произвольного вида.

Мода (Мо) – значение в множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто.

Модель - образец (эталон, стандарт).

Модельные характеристики - в спорте - это идеальные характеристики состояния спортсмена, в котором он может показать результаты, соответствующие высшим мировым достижениям.

Набор мер – представляет собой комплект однородных мер разного размера, что дает возможность применять их в нужных сочетаниях.

Надежность теста - степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одинаковых условиях.

Направление корреляции – положительная и отрицательная.

Независимые результаты измерения – результаты проведения эксперимента с выделением экспериментальных и контрольных групп.

Нелинейная корреляция – когда направление связи между изучаемыми признаками выражается отличной от прямой линии формой.

Непараметрическая статистика – статистика, построенная на вариантах и частотах их встречаемости в данной выборке.

Норма - установленная мера сравнения. В спортивной метрологии называется граничная величина результата, служащая основой для отнесения спортсмена к одной из классификационных групп.

Нулевая гипотеза - рабочая гипотеза, лежащая в основе критериев достоверности. Заключается в предположении полного отсутствия различий между генеральными параметрами, оцениваемыми по выборочным показателям.

Обратная (отрицательная) корреляционная взаимосвязь – когда с увеличением (уменьшением) первого признака второй уменьшается (увеличивается).

Однократные измерения – одно измерение одной величины, т.е. число измерений равно числу измеряемых величин, всегда сопряжены с погрешностями, следует проводить не менее трех однократных измерений и конечный результат находить как среднее арифметическое значение.

Односторонние гипотезы – гипотезы, в которых допускается, что различие параметров двух генеральных совокупностей должно быть только одного знака.

Оперативное состояние - состояние, изменяющееся под влиянием однократного выполнения физических упражнений; отражает срочный тренировочный эффект; должно учитываться при планировании интервалов отдыха и мощности нагрузки в тренировочном занятии.

Органолептические измерения – измерения, основанные на использовании органов чувств человека (осязания, обоняния, зрения, слуха и вкуса).

Основная погрешность - погрешность метода измерения или измерительного прибора, которая имеет место в нормальных условиях их применения.

Относительные измерения – измерения, базирующиеся на установлении отношения измеряемой величины к однородной величине, применяемой в качестве единицы.

Относительная погрешность - отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины в процентах.

Оценка - приближенная характеристика генерального параметра на основании известных выборочных показателей. Унифицированная мера успеха в каком-либо задании, в частном случае - в тесте.

Ошибка репрезентативности – число, которое указывает на различие между генеральной и выборочной средней.

Ошибка средней выборочной – оценка точности средних показателей.

Параметрическая статистика – статистика, построенная на основании параметров данной совокупности. **Переменная** - величина, характеризующая какое-либо свойство системы.

Перестановка – количество возможных множеств, отличающихся порядком элементов.

Повторный метод отбора – отбор объектов в выборку из генеральной совокупности, при котором каждый объект после измерения значения признака возвращается в генеральную совокупность.

Полевые средства измерений – относятся к рабочим средствам измерений, которые применяют для самолетов, автомобилей, судов; работают в условиях, постоянно изменяющихся в широких пределах внешних воздействий.

Признак - любая черта или примета, по которой можно отличить один предмет от другого.

Прогноз – предвидение, предсказание будущего.

Производственные средства измерений – служат для обеспечения и контроля заданных характеристик технологических процессов, обладают устойчивостью к воздействиям различных факторов производственного процесса: температуры, влажности, вибрации и т.п.

Прямая (положительная) корреляционная взаимосвязь – когда с увеличением (уменьшением) первого признака второй также увеличивается (уменьшается).

Прямые измерения – измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственным сравнением физической величины с ее мерой.

Рабочие средства измерений - применяют для определения параметров технологических процессов, окружающей среды, параметров тренировочной деятельности спортсменов и др.

Размещение – число подмножеств, каждое из которых отличает порядком элементов.

Ранг – порядковое число, обозначающее место объекта или явления в шкале.

Ранговое построение – расположение объектов в порядке предпочтения.

Рандомизация - превращение систематической погрешности в случайную.

Ранжирование – операция расположения чисел в порядке возрастания или убывания.

Распределение – соотношение элементов совокупности с частотой их появления.

Регрессия – закономерность, отражающая взаимосвязь двух признаков.

Результат тестирования - числовое значение, полученное в итоге измерения.

Результативный признак – параметр, воспринимающий влияния фактора.

Репрезентативность - степень соответствия выборочных показателей их параметрам в генеральной совокупности.

Ретест - повторение тестирования.

Ряды динамики – ряды чисел, которые отражают измерение признака с течением времени.

Статистические ошибки – отклонение оценок генеральных параметров от истинных значений этих параметров.

Серийный отбор – отбор, при котором генеральная совокупность делится на группы, называемые сериями, а затем из общего числа серий отбирается нужное число для сплошного исследования.

Силовые качества - способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействие ему посредством мышечных напряжений.

Система - совокупность каких-либо элементов, образующих единое целое. По П. К. Анохину, системой называется комплекс элементов, у которых взаимодействие носит характер взаимосодействия, направленного на получение определенного полезного результата.

Система единиц - совокупность выбранных основных и образованных с их помощью производных единиц для одной или нескольких областей измерения.

Систематическая погрешность - погрешность, величина которой не меняется от измерения к измерению.

Ситуационные сдвиги – одни и те же показатели, измеренные у одних и тех же испытуемых в разных ситуациях.

Скоростные качества проявляются в способности выполнять движения в минимальный промежуток времени. Принято выделять *элементарные* и *комплексные формы* проявления скоростных качеств.

Совместные измерения – одновременные измерения (прямые или косвенные) двух или более неоднородных физических величин для определения функциональной зависимости между ними.

Совокупные измерения – измерения, в которых значения измеряемых величин находят по данным повторных измерений одной или нескольких одноименных величин при различных сочетаниях мер или этих величин.

Согласованность теста – способность теста показывать один и тот же результат при осуществлении тестирования разными лицами.

Случайная погрешность - погрешность, возникающая под действием разнообразных факторов, которые ни предсказать заранее, ни точно учесть не удастся.

Сочетание – количество возможных подмножеств численностью k из множеств n .

Спортивная одаренность - характеризуется определенным сочетанием двигательных, психологических и анатомо-физиологических задатков, создающих в комплексе потенциальную возможность для достижения высоких спортивных результатов в конкретном виде спорта.

Спортивная метрология - наука об измерениях в спорте, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Спортивная селекция - отбор квалифицированных спортсменов в сборные команды, для участия в соревнованиях более высокого ранга и т. п.

Спортивная статистика – наука о массовых однородных явлениях в практике физической культуры и спорта.

Среднее арифметическое значений – рассчитывается на основе количественных результатов измерений.

Средства измерений – технические средства, которые имеют нормированные погрешности.

Срочный тренировочный эффект - изменения в организме, которые наступают во время выполнения упражнений или сразу после их завершения.

Стабилография - метод регистрации колебаний тела в положении стоя.

Стабильность теста – способность теста показывать один и тот же результат по истечении некоторого времени в одинаковых условиях.

Стандарт - нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом.

Статистическая взаимосвязь - соответствие одному значению одного показателя нескольким значениям другого.

Статистическая гипотеза - проверяемое математическими методами предположение относительно статистических характеристик результатов измерений.

Статистический критерий - правило, обеспечивающее принятие истинной и отклонение ложной гипотезы с заранее заданной вероятностью.

Стандартное отклонение – это мера того, насколько широко разбросаны точки данных относительно их среднего.

Статистические измерения – измерения, связанные с определением характеристик случайных процессов, звуковых сигналов, уровня шумов и т.д.

Статические измерения – измерения, когда измеряемая величина практически постоянна (длина прыжка, дальность полета снаряда, вес ядра и т.д.).

Степени свободы - числа, показывающие количество свободно варьирующих элементов статистической совокупности, способных принимать любые произвольные значения.

Стробофотограмма - совмещенное изображение нескольких поз движущегося объекта.

Структурные сдвиги – разные показатели одних и тех же испытуемых.

Существенные переменные - переменные, которые важны с точки зрения рассматриваемой задачи.

Тактика в спорте - совокупность способов ведения спортивной борьбы.

Тарирование - проверка показаний измерительных приборов путем сравнения с показаниями образцовых значений мер (эталонов) во всем диапазоне возможных значений измеряемой величины.

Текущее состояние - состояние, изменяющееся под влиянием одного или нескольких тренировочных занятий; определяет характер ближайших тренировочных занятий и величину нагрузок в них.

Тест мощности – тест, основанный на регулировании сложности тестовых заданий.

Тест скорости – тест, предполагающий работу с тестовым заданием в ограниченное время.

Тестирование - процесс испытаний или измерений с помощью контрольного (стандартизированного) задания.

Типический отбор – отбор, при котором генеральная совокупность делится на типические участки, в каждом из полученных групп случайным образом отбирается одинаковое число объектов.

Тренажер - техническое средство, позволяющее в искусственно созданных условиях имитировать тренировочную и соревновательную деятельность.

Умозрительные сдвиги – одни и те же показатели, измеренные у одних и тех же испытуемых в разных представляемых условиях.

Управление - целенаправленное изменение состояния системы.

Условия измерений – температура окружающей среды, влажность, атмосферное давление, электрические и магнитные поля, напряжение в сети питания и т.д.

Факторный анализ – метод, позволяющий классифицировать исходные данные по факторам с выявлением весомости каждого фактора.

Форма взаимосвязи корреляции – линейная и нелинейная.

Функциональная взаимосвязь - строгое соответствие каждому значению одного показателя определенному значению другого.

Циклограмма - совокупность прерывистых линий, воспроизводящих траектории звеньев движущегося тела.

Шкала – элемент системы, который позволяет отнести исследуемый объект к определенной группе.

Шкала оценок - закон преобразования результатов (спортивных) в очки.

Эквивалентность теста – способность теста показывать один и тот же результат при использовании разных тестовых заданий.

Экспертиза - оценка, полученная путем выяснения мнений специалистов.

Экстраполяция - распространение результатов наблюдений или выводов, полученных на какой-то части изучаемого процесса, на другую его часть, остающуюся неизвестной.

Эксцесс – характеризует относительную остроконечность или сглаженность распределения по сравнению с нормальным распределением.

Электрокардиограмма - кривая изменения биоэлектрических потенциалов, возникающих при возбуждении и сокращении сердечной мышцы.

Электромиограмма - кривая изменения биоэлектрических потенциалов скелетной мышцы.

Эталон – высокоточная мера, предназначенная для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи ее размера другим средствам измерений.

Этапное состояние (в спорте) - следствие многих тренировочных занятий, воздействия которых постепенно суммируются. В основе э. с. лежит кумулятивный тренировочный эффект. Комплексная характеристика э. с. отражает спортивную подготовленность или спортивную форму.

Явление - событие, факт. Явление называется массовым, если оно принимает большие масштабы, т. е. складывается из множества относительно однородных или неоднородных единиц, различаемых в качественном или в количественном отношении. В этом смысле статистическая совокупность представляет собой явление массовое.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Критические значения коэффициента корреляции (r) Браве-Пирсона

Степени свободы $\nu = n - 2$	Уровни значимости (α)		Степени свободы $\nu = n - 2$	Уровни значимости (α)	
	0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,75	0,87	27	0,37	0,47
6	0,71	0,83	28	0,36	0,46
7	0,67	0,8	29	0,36	0,46
8	0,63	0,8	30	0,35	0,45
9	0,6	0,77	35	0,33	0,42
10	0,58	0,74	40	0,3	0,39
11	0,55	0,71	45	0,29	0,37
12	0,53	0,66	50	0,27	0,35
13	0,51	0,64	60	0,25	0,33
14	0,5	0,62	70	0,23	0,3
15	0,48	0,61	80	0,22	0,28
16	0,47	0,59	90	0,21	0,27
17	0,46	0,58	100	0,2	0,25
18	0,44	0,56	125	0,17	0,23
19	0,43	0,55	150	0,16	0,21
20	0,42	0,54	200	0,14	0,18
21	0,41	0,53	300	0,11	0,15
22	0,4	0,52	400	0,1	0,13
23	0,4	0,51	500	0,09	0,12
24	0,39	0,5	700	0,07	0,1
25	0,38	0,49	900	0,06	0,09
26	0,37	0,48	1000	0,06	0,09

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Критические значения *t*- критерия Стьюдента

Число степеней свободы $\nu = n - 2$	Уровни значимости, %			Число степеней свободы $\nu = n - 2$	Уровни значимости, %		
	0,05	0,01	0,001		0,05	0,01	0,001
1	12,71	63,66	-	18	2,10	2,88	3,92
2	4,30	9,92	31,60	19	2,09	2,86	3,88
3	3,18	5,84	12,92	20	2,09	2,85	3,85
4	2,78	4,60	8,61	21	2,08	2,83	3,82
5	2,57	4,03	6,87	22	2,07	2,82	3,79
6	2,45	3,71	5,96	23	2,07	2,81	3,77
7	2,37	3,50	5,41	24	2,06	2,80	3,75
8	2,31	3,36	5,04	25	2,06	2,79	3,73
9	2,26	3,25	4,78	26	2,06	2,78	3,71
10	2,23	3,17	4,59	27	2,05	2,77	3,69
11	2,20	3,11	4,44	28	2,05	2,76	3,67
12	2,18	3,05	4,32	29	2,05	2,76	3,66
13	2,16	3,01	4,22	30	2,04	2,75	3,65
14	2,14	2,98	4,14	40	2,02	2,70	3,55
15	2,13	2,95	4,07	60	2,00	2,66	3,46
16	2,12	2,92	4,02	120	1,98	2,62	3,37
17	2,11	2,90	3,97	∞	1,96	2,58	3,29

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Критические значения двустороннего критерия F-критерия Фишера при разных числах степеней свободы (ν) и уровнях значимости $\alpha = 5\%$

ν	ν - степени свободы для большей дисперсии											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
2	18,5	19	19,2	19,3	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
3	10,1	9,6	9,3	9,1	9	8,9	8,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,7
4	7,7	6,9	6,6	6,4	6,3	6,2	6,1	6	6	6	5,9	5,9
5	6,6	5,8	5,4	5,2	5,1	5	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7
6	6	5,1	4,8	4,5	4,4	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4	4
7	5,6	4,7	4,4	4,1	4	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6
8	5,3	4,5	4,1	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3
9	5,1	4,3	3,9	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1
10	5	4,1	3,7	3,5	3,3	3,2	3,1	3,1	3	3	2,9	2,9
11	4,8	4	3,6	3,4	3,2	3,1	3	3	2,9	2,9	2,8	2,8
12	4,8	3,9	3,5	3,3	3,1	3	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7
13	4,7	3,8	3,4	3,2	3	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6
14	4,6	3,7	3,3	3,1	3	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5
15	4,5	3,7	3,3	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5
16	4,5	3,6	3,2	3	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4
17	4,5	3,6	3,2	3	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4
18	4,4	3,6	3,2	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3
19	4,4	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3
20	4,4	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3
21	4,3	3,5	3,1	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3
22	4,3	3,4	3,1	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2
23	4,3	3,4	3	2,8	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2
24	4,3	3,4	3	2,8	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2
25	4,2	3,2	3	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2
26	4,2	3,4	3	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2
27	4,2	3,4	3	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1
28	4,2	3,3	3	2,7	2,6	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1
29	4,2	3,3	2,9	2,7	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1

*Критические значения χ^2 - критерия Пирсона, соответствующие
разным уровням значимости (α) и числам степеней свободы (ν)*

Число степеней свободы, ν	Уровни значимости, %		
	0,05	0,01	0,001
1	3,84	6,64	10,83
2	5,99	9,21	13,82
3	7,81	11,34	16,27
4	9,49	13,28	18,46
5	11,07	15,09	20,52
6	12,59	16,81	22,46
7	14,07	18,48	24,32
8	15,51	20,09	26,12
9	16,92	21,67	27,88
10	18,31	23,21	29,59
11	19,68	24,72	31,26
12	21,03	26,22	32,91
13	22,36	27,69	34,53
14	23,68	29,14	36,12
15	25,00	30,58	37,70
16	26,30	32,00	39,25
17	27,59	33,41	40,79
18	28,87	34,81	42,31
19	30,14	36,19	43,82
20	31,41	37,57	45,32

Материалы тестового контроля знаний студентов

ТЕСТ №1

Основные понятия теории измерений

1. Предметом спортивной метрологии является
2. Место в шкале порядка называется
3. Разность между показанием прибора и истинным значением измеряемой величины -
4. Проверка показаний приборов путем сравнения с эталоном во всем диапазоне возможных значений
5. Отношение абсолютной погрешности к максимально возможному значению измеряемой величины называется
6. Погрешность прибора или метода измерения в нормальных условиях работы -
7. Совокупность элементов, образующих единое целое, называется
8. Какая из единиц относится к основным
9. В какой шкале нулевая точка выбирается произвольно
10. Все математические операции можно выполнять только в шкале
11. Различие между существенными переменными системы и должными называется
12. Установление соответствия между изучаемыми явлениями и числами называется
13. Погрешность измерительного прибора, вызванная отклонением условий его работы от нормальных, называется
14. Погрешность, величина которой не изменяется от измерения к измерению,
15. Какая шкала измерения используется при измерении времени прохождения дистанции
16. Место, занятое на соревнованиях, определяется по шкале
17. Прямая связь - это
18. Управляемая система состоит, как минимум, из двух частей
19. Превращение систематической погрешности в случайную называется
20. Числа какой шкалы используются для различения объектов

ТЕСТ №2

Основные понятия математической статистики

1. Результаты, выраженные целым числом, называют
2. Совокупность всех значений, которые можно было бы получить по изучаемому показателю
3. Встречаемость значений выборки в каждом интервале
4. Результат, находящийся в середине ранжированного ряда
5. Наиболее часто встречающийся результат выборки
6. Совокупность значений, взятая из генеральной для исследования
7. Распределение экспериментального ряда
8. Расстановка результатов измерений в порядке возрастания или убывания
9. К характеристикам центральной тенденции ряда относятся
10. Зависимость, при которой каждому значению одной переменной соответствует строго определенное значение другой
11. Распределение, которое имела бы выборка, если число измерений было очень большим
12. К характеристикам вариации относят
13. Графическое представление взаимосвязи
14. Сильная статистическая взаимосвязь считается при коэффициенте, равном

15. Если одному значению одной переменной соответствует несколько значений другой, взаимосвязь
16. Определение взаимосвязи показателей, измеренных в шкале порядка, производят с помощью
17. Проверяемое математическими методами предположение относительно статистических характеристик
18. Гипотеза, в соответствии с которой отсутствуют различия между сравниваемыми совокупностями,
19. Увеличение одного показателя связано с уменьшением другого -
20. Метод сравнения двух выборочных дисперсий -
21. Правило, обеспечивающее принятие истинной и отклонение ложной гипотезы -
22. Сравнение двух выборочных средних выполняется с помощью метода
23. Выборка называется связанной, если измерены
24. Коэффициент корреляции Бравэ-Пирсона вычисляется, если результаты измерены в шкале
25. Гипотеза, в соответствии с которой существуют различия между сравниваемыми совокупностями,
26. Если корреляционное поле имеет форму круга, взаимосвязь

ТЕСТ №3

Инструментальные методы контроля в спорте

1. Элемент измерительной системы, воспринимающий изменение измеряемого показателя, называется
2. Передача информации электрическими сигналами по проводной линии связи выполняется
3. Испускание веществом электронов под действием излучения называется
4. Источник когерентного направления излучения называется
5. Кривая изменения электрического потенциала, возникающего при возбуждении и сокращении сердечной мышцы, называется
6. Раздел измерительной техники, посвященный измерению сил, называется
7. Метод гониометрии измеряет
8. Восприятие информации зрительно или на слух называется
9. Какой диапазон показывает, во сколько раз уровень измеряемого сигнала превышает уровень помехи
10. Совокупность прерывистых линий, воспроизводимых траекторией звеньев движущегося тела, называется
11. Какой тип электродов не используется в электромиографии
12. Передача информации на регистрирующее устройство лучами света или тепла осуществляется методом
13. Преобразователь механического напряжения в электрический ток
14. Отпечатанный на фотобумаге отрезок киноленты называется
15. Кривая изменения электрического потенциала скелетных мышц
16. Как называют боковую съемку
17. Точность съемки зависит от
18. Фотограмметрия изучает
19. Суставы спортсмена при цикло съемке маркируются
20. Раздел измерительной техники, изучающий ускорения, называется
21. Индикатор, который несет информацию о результате измерений в наиболее удобной форме, называется
22. Динамометрия относится к

23. Тензодинамометрия относится к
24. Перед измерением необходимо провести
25. Спидометрия основана на
26. Непрерывная (в виде графика) автоматическая запись результатов измерений называется
27. Стабилографией называется
28. На точность регистрации электрокардиограммы влияет
29. Совокупность технических средств для передачи результатов измерения по радио называется
30. Чтобы увеличить электрические сигналы, образующиеся в датчиках информации, используют
31. Передаче информации от датчиков на регистрирующее устройство служат

ТЕСТ №4

Контроль физических качеств

1. Способность преодолевать внешнее сопротивление посредством мышечных напряжений называется
2. Если заранее известен тип сигнала и способ ответа на него, реакция называется
3. Время реакции выбора обычно измеряют
4. Показатели времени реакции, времени одиночного движения и темпа локальных движений относятся к
5. Тесты, измеряющие время простой реакции
6. Максимальная сила входит в следующую группу показателей
7. Измерение силовых качеств проводится
8. Зарегистрированные в ходе измерений показатели силы называют
9. Взрывную силу спортсмена характеризуют показатели
10. Импульс силы определяется как
11. Без измерительных устройств силовые качества измеряют
12. Способность длительно выполнять упражнения без снижения их эффективности называется
13. Выносливость измеряется с помощью двух групп тестов
14. Время, объем и интенсивность - показатели
15. Гибкость как физическое качество измеряется
16. Различают следующие виды гибкости

ТЕСТ №5

Типы состояния спортсмена

1. Этапное состояние спортсмена длится
2. Этапное состояние спортсмена оценивается по величине
3. При организации этапного контроля используют
4. Оперативное состояние изменяется под влиянием
5. Текущий контроль необходимо проводить
6. Текущее состояние спортсмена оценивается
7. Текущее состояние изменяется под влиянием
8. Цель оперативного контроля определить
9. Срочный тренировочный эффект оценивает
10. Комплексная характеристика этапного состояния спортсмена называется
11. Надежность тестов оперативного контроля зависит от
12. Информативность тестов оперативного контроля определяется тем, насколько

ТЕСТ №6

Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок

1. Как называется мера сходства данного тренировочного средства с соревновательным упражнением?
2. Как называется воздействие тренировочного упражнения на развитие того или иного двигательного качества?
3. Как называется степень воздействия упражнения на организм?
4. С ростом квалификации спортсмена доля специализированности нагрузки:
5. С ростом квалификации спортсмена доля общеразвивающих упражнений:
6. По какому из перечисленных показателей судят о направленности нагрузки?
7. Какие из перечисленных упражнений будут направлены на развитие скоростно-силовых упражнений?
8. Как называется нагрузка, определенная по показателям тренировочных заданий?
9. Как называется нагрузка, если контролю подлежит число соревнований и стартов на них?
10. Как называется нагрузка, которая характеризуется функциональными реакциями организма на выполнение задания?
11. Если контролируются показатели физической и физиологической нагрузки соревновательного упражнения, то это - нагрузка

ТЕСТ №7

Контроль технико-тактического мастерства спортсмена

1. Контроль за техническим мастерством осуществляется двумя методами
2. Визуальный контроль за техническим мастерством - основное средство
3. Инструментальный контроль за техническим мастерством предназначен для регистрации
4. Тренировочный объем техники спортсмена свидетельствует о
5. Коэффициент латерального предпочтения это
6. Надежность показателей разносторонности техники для основных приемов
7. Различают три группы показателей эффективности техники:
8. Какими двумя направлениями осуществляют контроль за освоенностью техники
9. Эталон соревновательного контроля устойчивости техники являются показатели
10. Основой для выбора показателей контроля тактического мастерства являются данные о структуре
11. Выделите несуществующий количественный показатель тактического мастерства
12. Тактический ход, лишенный момента неожиданности называется
13. В каких видах спорта используются "раскладки"

ТЕСТ №8

Основные понятия теории тестов

1. Измерение, проведенное с целью определения состояния спортсмена или оценки какого-либо качества, называется
2. Аутентичными называются тесты, удовлетворяющие требованиям:
3. Стабильность, объективность, эквивалентность тестов является разновидностью
4. Надежность тестов можно определить методом
5. Если на результат теста влияет величина временного интервала, то определяется:
6. Тесты, измеряющие одно физическое качество, называются
7. Если по результатам теста можно судить о состоянии спортсмена в данный момент, то он обладает информативностью

8. На согласованность тестов оказывает влияние
9. Эквивалентными называются тесты
10. Если информативность тестов определяется по величине коэффициента корреляции между тестом и критерием, она называется
11. Качественное состояние биомеханических, физиологических, психологических характеристик критерия и теста называется:
12. По какой формуле (методу) можно рассчитать информативность теста
13. Степень объективности экспериментаторов оказывает влияние на
14. Отличной надежностью считается уровень, превышающий величину
15. Степень точности, с которой тест оценивает контролируемое качество
16. Как называются тесты, в основе которых лежат двигательные задания?
17. Для сопоставления результатов одинаковых тестов они должны иметь
18. Если по результатам теста можно сделать прогноз на результаты спортсмена в будущем он обладает

ТЕСТ №9

Основные понятия теории оценок

1. Процесс преобразования спортивных результатов в условные очки называется
2. К какому типу шкал относится шкала, где происходит начисление одинакового числа очков за равный прирост результатов
3. Указать тип шкалы, где с увеличением результата большей прибавкой очков оценивается это улучшение
4. Тип шкалы, в основе которой лежит уменьшение числа очков по мере возрастания спортивного результата, называется
5. Шкала оценок может быть задана в виде
6. Шкалы, масштаб в которых служат средние квадратические отклонения, называются
7. При невыполнении стандартности тестирования используется шкала
8. Профиль - представление результатов тестирования в виде
9. Граничные результаты, позволяющие соотнести данный спортивный результат одной из классификационных групп, называется
10. Что позволяет соотнести спортивный результат, показанный спортсменом к одной из классификаций
11. При разработке норм ЕВСК использовались:
12. Нормы, в основе своей имеющие сравнение людей, принадлежащих к одной и той же совокупности
13. В комплексе ГТО использованы нормы
14. Возрастные нормы относятся к
15. Что позволяет определить биологический возраст
16. Пригодность норм только для той совокупности, для которой они разработаны, называются

ТЕСТ №10

Квалиметрические методы измерения

1. "Квалиметрия" в переводе с латинского языка означает
2. Методы количественной оценки качественных показателей называются
3. Экспертной называется оценка, получаемая
4. Анкетой называется
5. При каком анкетировании не заполняется демографическая часть анкеты
6. Какие вопросы направлены на решение задач исследования
7. Буквой "К" обозначают

8. Относительный показатель характеризует
9. Сумма весомостей свойств на каждом уровне равна
10. Показатели, не имеющие определенных единиц измерения, называются
11. Методические приемы, основанные на экспертных оценках и анкетировании, называются
12. Экспертиза бывает
13. Согласованность мнений экспертов определяется по величине коэффициента
14. Самый простой метод проведения экспертизы
15. Метод, когда эксперт помещает каждый объект в определенный оценочный интервал, называется
16. Если эксперты расставляют объекты в порядке ухудшения их качества, используется метод
17. Метод, разработанный для решения крупных деловых проблем, называется
18. Анкета, как правило, состоит из двух частей
19. Опросный лист, содержащий вопросы, на которые нужно ответить письменно, называется
20. Коэффициент конкордации лежит в пределах
21. Какому методу присущи анонимность, управляемость, многоэтапность?

ТЕСТ №11

Прогнозирование и отбор в спорте

1. Наиболее важный компонент, учитываемый при отборе:
2. Индивидуальные особенности, отличающие одного человека от другого
3. Впереди способностей идут
4. Сочетание моторных, функциональных и психологических качеств индивида -
5. Талант является синонимом
6. Идеальные характеристики спортсмена, в котором он может показать наилучший результат, называется
7. Модельные характеристики, не поддающиеся тренировке:
8. Основной параметр, определяющий эффективность подготовки спортсменов,
9. Воздействие тренировок в раннем возрасте более эффективно для
10. Задачи отбора и подготовки
11. Отбор из числа лиц, желающих заниматься определенным видом спорта
12. Отбор из числа кандидатов, не знающих, что их оценивают,
13. Модельные характеристики, изменяющиеся под влиянием тренировки,
14. Основным средством отбора квалифицированных спортсменов является
15. Своевременное и правильное выявление резервных возможностей спортсмена
16. При спортивном отборе возрастные и половые особенности
17. Модельные характеристики, низкий уровень которых может быть возмещен высоким уровнем других показателей,
18. Идеальные показатели состояния спортсмена на отдельных этапах подготовки
19. Что обусловлено наследственностью и является основой способностей?
20. Способности, проявляемые в данный момент времени,
21. Значения признака в детские годы
22. Модельные характеристики, низкий уровень которых не может быть возмещен высоким уровнем других показателей,
23. Доля правильно отобранных кандидатов среди всех желающих
24. Формирование спортивного коллектива, выступающего как одно целое,
25. Определение по ряду известных значений величины других ее значений, находящихся за пределами этого ряда, называется

26. Величина, оценивающая количественную степень наследственных влияний, называется .
27. Корреляцию между ювенильными и дефинитивными признаками оценивает
28. Эффективность отбора, когда зачисляются все кандидаты, называется
29. График наблюдений для прогнозирования дефинитивных значений признака по ювенильным называется
30. Большинство модельных характеристик относится к...
-

Примечание Варианты тестовых заданий используются для осуществления итогового контроля уровня знаний студентов (экзамена). Общее количество вопросов (база) составляет 214 и включает все темы, входящие в курс спортивной метрологии. Каждому студенту предлагается ответить на 20 вопросов, выбранных случайным способом, время теста ограничено - 20 минут.

Градации экзаменационной оценки по результатам теста:

61-75 % правильных ответов – удовлетворительно;

76-89 % правильных ответов – хорошо;

90-100% правильных ответов – отлично.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губа В.П., Шестаков М.П., Бубнов Н.Б., Борисенков М.П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике: Учебное пособие для вузов физической культуры. – М.: СпортАкадемПресс, 2002. – 212 с.
2. Калинина В. Н., Панкин В. Ф. Математическая статистика: Учебник для техникумов.-2 – е издание, М.: Высшая школа, 1998 – 336 с.
3. Коренберг В.Б. Спортивная метрология: учебник / В.Б. Коренберг. – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для вузов. – 3^е изд., перераб. и доп.- М.: Высш. школа, 1980.-293 с.
5. Начинская С.В. Спортивная метрология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 240 с.
6. Основы математической статистики - Учебное пособие для институтов физической культуры. М.: Физкультура и спорт, 1990. Под общей редакцией Иванова В. С.
7. Селуянов В.Н., Шестаков М.П., Космина И.П. Основы научно-методической деятельности в физической культуре: Учебн. пособие для студентов вузов физической культуры. – М.: СпортАкадемПресс, 2001. – 184 с.
8. Смирнов Ю.И., Полевщиков М.М. Спортивная метрология: Учеб. для студ. пед. вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 232 с.

Учебное издание

Сандирова Марина Николаевна

Коришупова Анна Юрьевна

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО СПОРТИВНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие для студентов II курса

Ответственные за выпуск:

*Заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин
и информационных технологий,
доцент Балакши Т.М.*

Подписано в печать 29.12.2011 г.

Условно-печатных листов – 7,8.

Тираж 100 экз. Заказ № 932.

Отпечатано на множительной технике.

Издательство

ФБГОУВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры»

400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 78.