

*Керимов Ф.А., Бейсенова Г.К.*

**ИННОВАЦИОННАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ С ЦЕЛЬЮ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОЦЕНИВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ**

*F.A. Kerimov, G.K. Beisenova*

**INNOVATIVE ORIENTATION IN THE USE OF METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS WITH THE AIM OF DIFFERENTIATED ASSESSMENT OF PHYSICAL FITNESS OF ATHLETES**

УДК: 33.1/879.6.373.167

*В статье в доступной форме отражены прикладные аспекты использования методов математической статистики в физическом воспитании и спорте, включающие определение информативности и надежности тестов, моделирование спортивных результатов. Автор подробно рассматривает основополагающие требования математической теории тестов, в частности теорию стандартизации тестов. Данная работа окажет значительную пользу студентам и аспирантам высших учебных заведений физического воспитания и спорта, а также может быть использована специалистами, которым необходимы базовые математические знания, для правильного подбора математического аппарата в решении своих профессиональных задач.*

**Ключевые слова:** математическая статистика, физическое воспитание, тесты, стандартизация, методы, логический метод эксперимент.

*In article in available form reflected applied aspects use the methods of the mathematical statistics in physical education and sport, including determination информативности and reliability test, modeling atheletic result. The Author in detail considers the background requirements to mathematical theory test, in particular theory to standardizations test. Given work will render the significant profit a student and graduate student of the high educational institutions of the physical education and sport, as well as can be used specialist, who necessary base mathematical knowledges, for correct selecting the mathematical device in decision of their own professional problems.*

**Key words:** mathematical statistics, physical education, tests, standardization, methods, logical method experiment.

В практике физического воспитания и спорта существует множество количественных и качественных измерений. Это параметры соревновательной деятельности, показатели тренировочных нагрузок, антропометрические данные, медицинские и биохимические анализы, результаты тестирования и многое другое. Все эти показатели, как правило, представляют собой большой объем числовых данных. Для обработки полученного числового материала на помощь исследователю приходят методы математической статистики – мощный, хорошо разработанный аппарат для объективного анализа результатов исследования и выработки практических рекомендаций (1, 3, 4).

Перед специалистами в сфере физического воспитания и спорта возникает необходимость обработки фактического экспериментального материала, полученного в ходе научного эксперимента. Наи-

большее распространение в практике физического воспитания и спорта получил педагогический эксперимент, традиционная схема которого такая: специалистам предлагается новая методика, для доказательства эффективности которой рассматриваются две группы испытуемых – контрольная и экспериментальная, одинаковые по факторам, имеющим важное значение для целей исследования. Контрольная группа готовится по традиционной методике, экспериментальная – по предлагаемой методике. До и после эксперимента проводятся контрольные испытания и по их результатам судят об эффективности нововведений. Уже на первых этапах проведения эксперимента возникают вопросы относительного правильного отбора группы для исследования, ее численности и др. Ответить на эти вопросы можно, используя математико-статистические методы.

В спортивных экспериментах довольно часто необходимо установление наличия связи между исследуемыми признаками (спортивным результатом и определенным показателем тренированности или физического развития, между отдельными показателями физической подготовленности и др.), также возникает необходимость количественно описать существующие взаимосвязи. Такие задачи решаются методами корреляционного и регрессионного анализов. Еще более сложные задачи решаются с помощью дисперсионного и факторного анализов.

При измерении и оценке параметров двигательной деятельности человека широко применяются методы тестирования. Тест (англ.) – проба, испытание, исследование. Научные подходы к тестированию двигательной подготовленности человека развиваются уже несколько десятилетий, и за это время выработан целый ряд принципов, лежащих в основе любой системы тестирования (2, 3, 5). Поскольку отбор тестов для оценки физической подготовленности проводится на основе каких-либо логических соображений (например, тесты должны быть доступны возможностям испытуемых, просты, приемлемы для проведения исследования), и выдвигаемых гипотез, которые, естественно могут оказаться более или менее обоснованными (3, 4).

*Теория стандартизации тестов* предполагает перед практическим применением упражнений необходимость их анализа на *информативность, воспроизводимость и объективность*. В каждом случае при разработке того или иного нового теста

все эти свойства тщательно рассматриваются, а затем подвергаются независимой проверке экспертами, и лишь в случае широкого признания тесты входят в арсенал исследователей и практических работников. Вероятно, именно поэтому количество распространенных тестов не столь уж велико, тогда как общее число разработанных и когда-либо применявшихся составляет многие сотни.

Для оценки двигательных возможностей человека применяемые тесты оцениваются по их *информативности* (пригодности) и *надежности* (стабильности).

*Информативность* – важнейший критерий стандартизации тестов, обуславливающий соответствие контрольного упражнения оцениваемому физическому качеству. *Информативность теста* – это степень точности, с которой он измеряет оцениваемую двигательную способность или навык. В литературе вместо слова «информативность» часто используют термин «валидность». *Информативным* называется тест, по результатам которого можно судить о свойстве (качестве, способности и др.) объекта, измеряемого в ходе тестирования. Например, если судить об оценке подготовленности спортсменов, то наиболее информативным показателем является результат в соревновательном упражнении. Однако он зависит от большого количества факторов, и один и тот же результат в соревновательном упражнении могут показывать спортсмены, заметно отличающиеся друг от друга по структуре подготовленности. Например, спортсмен с отличной геометрией движений тела и относительно невысокой физической работоспособностью и спортсмен с относительно средней геометрией движений, но с высокой работоспособностью будут иметь примерно одинаковые шансы на успех (при прочих равных условиях).

*Информативные тесты* используются для выявления ведущих факторов, от которых зависит результат в соревновательном упражнении. Фактически, говоря об информативности, исследователь отвечает на два вопроса: что измеряет данный конкретный тест и какова при этом степень точности измерения. Различают несколько видов информативности: логическую (содержательную), эмпирическую (на основании опытных данных) и предсказательную (4, 6).

*Суть логического метода определения информативности тестов* заключается в логическом (качественном) сопоставлении физиологических, биомеханических, психологических и других характеристик критериев и тестов. Например, в видах спорта с циклической структурой движений логическую информативность удобнее проверять экспериментально. Однако наиболее часто логический метод определения информативности используется в видах спорта, где нет четкого количественного определения спортивного результата. Например, в спортивных играх логический анализ фрагментов игры позволяет в начале сконструировать специфический тест, а затем проверить его информа-

тивность. Процедура использования логического анализа для предварительной оценки информативности тестов позволяет отсеять заведомо неинформативные тесты, структура которых мало соответствует структуре основной деятельности спортсменов. Остальные тесты, содержательная информативность которых признана высокой, должны пройти дополнительную эмпирическую проверку. Для этого результаты теста сопоставляют с определенным оценочным критерием.

*Критериями информативности в спорте могут выступать:*

- ◇ спортивные результаты;
- ◇ биомеханические характеристики основного тестируемого физического упражнения при его выполнении в соревновательных условиях (длина бегового шага; угол выпрыгивания; угол отталкивания);

- ◇ результаты другого теста, информативность которого доказана (если проведение основного теста организовать достаточно сложно, а у исследователя в наличии имеется другой тест, такой же информативный, но более простой);

- ◇ тесты, характеризующие определенную значительную группу объектов изучаемой системы (например: сравнение биомеханических показателей призеров Олимпийских игр и модельные характеристики движений спортсменов более низкой квалификации);

- ◇ другие сложные критерии (например, сумма очков в многоборье).

*Под надежностью теста* понимается степень точности, с которой он оценивает определенную двигательную способность независимо от требований того, кто ее оценивает. *Надежными* можно считать тесты, с помощью которых при повторном тестировании одних и тех же испытуемых удастся зарегистрировать одинаковые или близкие по значению результаты. *Надежность теста* определяется с помощью корреляционно-статистического анализа путем расчета коэффициента надежности.

*Стабильность теста* (надежность) основывается на зависимости между первой и второй попытками, повторенными через определенное время в одинаковых условиях одним и тем же экспериментатором. *Стабильность теста* зависит от вида теста, возраста и пола испытуемых, временного интервала между тестом и ретестом.

В целом, как отмечают специалисты, *надежность тестов* можно повысить различными путями: более строгой стандартизацией тестирования, увеличением числа испытуемых, увеличением числа оценщиков, (судей, экспертов), повышением согласованности их мнений, увеличением числа эквивалентных тестов. Фиксированных значений показателей надежности теста не имеется. В большинстве случаев пользуются следующими рекомендациями: 0,95-0,99 - отличная надежность; 0,90-0,94 - хорошая; 0,80-0,89 приемлемая; 0,70-0,79 - плохая; 0,60-0,69 для индивидуальных оценок сомнительная,

тест пригоден только для характеристики группы испытуемых.

Результаты исследований показывают, что ряд тестов (наклон туловища вперед, 6-минутный бег, подтягивания на высокой перекладине) обладают на протяжении анализируемого периода приемлемой и хорошей надежностью ( $r=0,80 - 0,94$ ).

В отдельные возрастные периоды показатели других тестов (бег 30 м со старта, бег 30 м с ходу, метание мяча на дальность) имеют умеренную или низкую воспроизводимость ( $r = 0,67- 0,73$ ), что, прежде всего, объясняется внутренней структурой упражнений, техникой движений, возрастными особенностями занимающихся. Так, в метании малого мяча на дальность одной рукой широкая вариативность движений приводит к разным результатам в повторных попытках и соответственно к падению надежности показателей ( $r=0,63 - 0,72$ ).

С возрастом коэффициенты надежности большинства упражнений несколько увеличиваются, что указывает на большую стабильность технических характеристик, анализируемых двигательных действий у взрослых спортсменов. Особенно это проявляется в беге на 30 м со старта и в беге на 30 м сходу ( $r=0,73 - 0,85$ ), в прыжке в длину с места ( $r=0,81- 0,85$ ) у испытуемых с возрастом воспроизводимость упражнений повышается.

Воспроизводимость результатов бега на короткие дистанции (60 и 100 м) с возрастом повышается ( $r=c 0,81$  до  $0,86$ ). Такую же тенденцию можно отметить и в челночном беге 3x10 м. В прыжках в длину с разбега воспроизводимость результатов с возрастом понижается ( $r=c 0,84$  до  $0,71$ ), а в 6-минутном беге сначала повышается, а затем незначительно снижается.

*Эквивалентность теста* заключается в корреляции результата теста с результатами других однотипных тестов. Например, когда надо выбрать, какой тест более адекватно отражает скоростные способности: бег на 30, 60 или 100 метров.

Некоторые авторы считают, что тесты должны проходить проверку на *объективность*, которая предполагает однозначность результатов данного упражнения, получаемых на одних и тех же испытуемых разными экспериментаторами (учителями, судьями, экспертами). Однако совпадение результатов у разных экспериментаторов не указывает еще на объективность, так как они могут ошибаться, искажая объективную истину, считают другие. Правильнее говорить о согласованности результатов судей, экспериментаторов при оценке спортивных достижений (2, 3). Очень часто при проведении испытаний одним исследователем допускается личностная ошибка в измерениях, для выявления которой необходимо увеличивать число экспериментаторов.

*Для повышения объективности тестирования* необходимо соблюдение стандартных условий проведения теста (рис. 1):

◇ время тестирования, место, погодные условия;

◇ единое материальное и аппаратное обеспечение;

◇ психофизиологические факторы (объем и интенсивность нагрузки, мотивация);

◇ подача информации (точная словесная постановка задачи теста, объяснение, демонстрация).



Рис. 1. Необходимые стандартные условия проведения теста для повышения объективности тестирования физической подготовленности

*Важными дополнительными критериями тестов являются:* нормирование, сопоставляемость и экономичность (рис. 2).

Суть *нормирования* состоит в том, что на основе результатов тестирования можно создавать нормы, имеющие особое значение для практики. *Сопоставляемость теста* заключается в возможности сравнивать результаты, полученные по одному или нескольким формам параллельных тестов. В практическом плане применение сопоставляемых моторных тестов снижает вероятность того, что в результате регулярного применения одного и того же теста оценивается не только и не столько уровень способности, сколько степень навыка. Одновременно *сопоставляемые результаты* тестов *повышают достоверность* выводов. Суть *экономичности* как критерия добротности теста состоит в том, что проведение теста не требует длительного времени, больших материальных затрат и участия многих помощников.

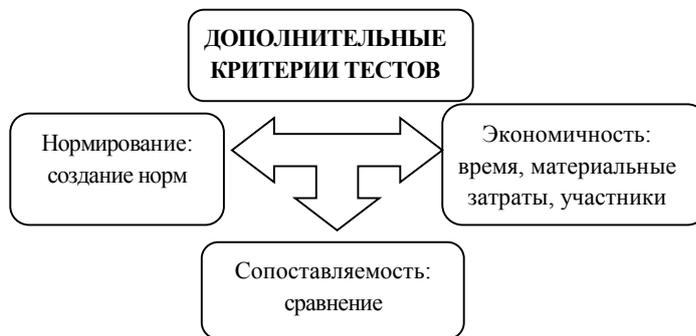


Рис. 2. Важные дополнительные критерии тестов для оценки физической подготовленности.

Анализ опубликованных данных (1, 3, 6) показывает, что в настоящее время отсутствует единая точка зрения о величине критериев надежности. Это затрудняет работу в создании эффективной системы

педагогического контроля, включающей единые критерии оценки физической подготовленности человека. Применяются разные направления выхода из сложившейся ситуации (рис. 3):

- величина надежности теста определяется возможностью решаемых задач;
- разработка специальных рекомендаций надежности двигательных заданий обеспечивающих эффективность тестирования;
- суждение о величине надежности тестов проводится на основании совпадения данных, изложенных в учебных пособиях по физическому воспитанию.

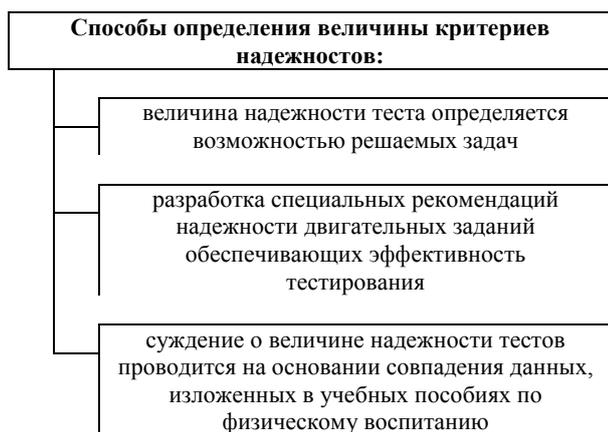


Рис. 3. Способы определения величины критериев надежности тестов.

Тестирование двигательной подготовленности может быть основано на двух принципиально различных подходах: на измерении (и последующей оценке) результата деятельности либо на измерении (оценке) ее «стоимости». Первая из этих систем тестирования представляет собой типичный пример педагогического подхода, вторая – биомедицинского.

Педагогический подход в тестировании используют, когда определяют уровень развития физических качеств или навыков. Это - прямое продолжение спортивного тестирования. Примерами такого чисто педагогического подхода к тестированию, могут служить комплекс «Алпомыш» и «Барчиной», а также многие другие комплексы тестов. Разнообразие педагогических тестов кажется безграничным, так как, в сущности, любое упражнение, выполняемое по определенному алгоритму, можно рассматривать как тест, если заданы четкие условия его проведения. Однако не все упражнения отвечают жестким требованиям, предъявляемым к тестам, что существенно сужает круг упражнений, способных служить для объективной оценки двигательных возможностей. Среди наиболее употребляемых в последнее время упражнений-тестов следует упомянуть такие как:

- ◇ бег 30 или 100 метров с высокого старта;
- ◇ число подтягиваний до отказа;

- ◇ наклон туловища вперед;
- ◇ челночный бег 3x10;
- ◇ 6-минутный бег.

Большинство других тестов вызывает различные возражения у отдельных специалистов то по причине их недостаточной объективности, то из-за трудностей в стандартизации условий проведения, а также из-за значительного влияния техники движений на результат, что не позволяет выявить уровень развития того или иного двигательного качества в чистом виде.

Анализ коэффициентов информативности показывает, что показатели анализируемых тестов существенно влияют на спортивную результативность легкоатлетических упражнений. В возрастном диапазоне от 9-17 лет результативность бега на 30 м, дальность прыжка с места оказывают существенное влияние на результаты в беге на 100 м и в прыжках в длину. Показатели 6-минутного бега тесно взаимосвязаны со временем бега на 1000 м.

Противоречия ученых в стандартизации тестов физической подготовленности делают очевидной необходимость, дальнейшего накопления экспериментального материала, характеризующего стандартизацию широкого набора двигательных заданий из практики спортсменов различного возраста. Это позволит унифицировать разнообразные тесты физической подготовленности и создать эффективную систему педагогического контроля.

Эффективное управление тренировочным процессом связано с использованием различных моделей. Под моделью принято понимать образец (стандарт, эталон) в более широком смысле – любой образец (мысленный или условный) того или иного объекта, процесса или явления. Модель – это совокупность различных параметров, обуславливающих достижение определенного уровня спортивного мастерства и прогнозируемых результатов. Частные показатели, входящие в ее состав, рассматриваются как модельные характеристики.

Моделирование играет огромную роль в изучении различных явлений, помогая обобщить накопленный эмпирический опыт и осознать взаимосвязи происходящих процессов. Моделирование составляет неотъемлемую часть любой методики прогнозирования, даже если это не вполне осознается производящим прогноз экспертом. В спортивной науке моделирование давно вошло в арсенал исследователей и большая часть спортивных прогнозов строится на адекватных математических моделях, в разработке которых участвуют совместно педагоги, психологи, биологи и врачи (3). В моделях, используемых для спортивного прогноза, в качестве системообразующего фактора выступает обычно спортивный результат. Для физического воспитания и оздоровительной физкультуры такой подход неприемлем, поскольку уровень здоровья, повышение которого является целью такого рода занятий, не имеет непосредственных связей с конкретным

спортивным результатом. Отсутствие четко выраженного критерия затрудняет моделирование и прогнозирование в оздоровительной физкультуре, но и не снимает с повестки дня эту проблему.

Таким образом, в систему спортивной тренировки необходимо внедрение новых форм оперативного контроля на учебно-тренировочных занятиях. Полученные экспериментальные материалы дают основание для утверждения необходимости введения в тренировочный процесс новой методики дифференцированного оценивания физической подготовленности спортсменов. Полученные данные настоящего исследования могут стать основой для применения новых подходов в построении тренировочного процесса, а при разработке программно-нормативных требований физической подготовленности - одним из перспективных направлений.

Результаты наших исследований показывают, что применяемые тесты, характеризующие уровень физической подготовленности, в основном отвечают

требованиям теории стандартизации и могут использоваться в школьной спортивной практике.

**Литература:**

1. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов 2-е изд. (+CD). – СПб.: Питер 2003. - 688 с.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. Учеб. пособ. – М.: Высш. образование, 2006. – 416 с.
3. Денисова Л.В., Хмельницкая И.В., Харченко Л.А. Измерения и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте: Учебное пособие для вузов. – К. : Олимп. л-ра, 2008. – 127 с.
4. Захарченко И.И. Бизнес-статистика и прогнозирование в MS Excel. Самоучитель – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. - 208 с.
5. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием в MS Excel. – К.: Морион, 2000. – 320 с.
6. Лапач С.Н. Статистика в науке и бизнесе. – К.: Морион, 2002. – 640 с.

**Рецензент: д.пед.н., профессор Анаркулов Х.Ф.**