

УДК 378.147

ББК 74.202.4

Д 69

А.М. Доронин, Д.А. Романов,

С.Б. Полянская

Методика измерения физических качеств по линейной шкале

(Рецензирована)

Аннотация:

Цель исследования – предложить методику измерения физических качеств человека по линейной шкале логитов.

Ключевые слова:

Физические качества, линейная шкала, измерение.

Введение. Управление качеством подготовки педагогов по физической культуре – актуальная научно-прикладная проблема [1, 2, 4]. Однако до сих пор не разрешено противоречие между необходимостью повышения эффективности учебно-тренировочного процесса и недостаточной разработанностью методик контроля физической подготовленности будущих педагогов по физической культуре [2].

Цель исследования – повышение уровня физической подготовленности студентов, обучающихся по специальности 033100, на основе применения предложенной методики оценки физических качеств.

Задачи исследования:

1. Разработать методику оценки физических качеств человека на основе теории латентных переменных.

2. Измерить уровень развития физических качеств студентов факультета физической культуры Славянского-на-Кубани государственного педагогического института (СГПИ).

3. Экспериментально проверить эффективность технологии дуального управления физической подготовкой будущих педагогов по физической культуре.

Научная новизна исследования:

1. Разработана методика оценки физических качеств человека на основе теории латентных переменных и теории графов.

2. Измерен по линейной шкале уровень развития физических качеств будущих педагогов по физической культуре (полученные данные могут быть использованы для анализа их профессиональной подготовленности).

3. Предложены новые индикаторные переменные, характеризующие ловкость как способность к оперативному и целесообразному перестроению двигательной деятельности человека.

Методы исследования: анализ литературных источников, тестирование, моделирование, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

Теоретико-методологические основы исследования: теория латентных переменных [2], теория систем и системный анализ [3], тестология [1], теория и методика физического воспитания [4].

Организация исследования. Исследование проводилось на базе факультета физической культуры СГПИ. Во время учебных занятий проводилось тестирование с целью получения числовых значений индикаторных переменных, на основе которых вычислялся уровень развития физических качеств будущих педагогов. Всего было обследовано 107 студентов.

Тестирование, направленное на измерение уровня развития силы, быстроты и выносливости, проводилось по методике, описанной Ж.К. Холодовым и В.С. Кузнецовым [4]. В основу вычисления уровня развития физических качеств была положена методика измерения латентных переменных, описанная А.А. Маслак [2].

Результаты исследования. Авторы предлагают методику измерения физических качеств по линейной шкале логитов. Физическое качество будем считать латентной переменной,

т.е. измеряемой не непосредственно, а через индикаторные переменные. Пусть N – число индикаторных переменных, характеризующих физическое качество, K_i – i -я индикаторная переменная, $K_i^{\text{факт}}$, K_i^{min} и K_i^{max} – фактическое (т.е. у испытуемого), минимально и максимально возможное значение i -й индикаторной переменной, M – число уровней квантования (одинаково для всех индикаторных переменных).

Квантование индикаторных переменных производится с целью перевода их значений в дискретную шкалу. Квантованное значение i -й переменной

$$L_i = M \cdot \frac{K_i^{\text{факт}} - K_i^{\text{min}}}{K_i^{\text{max}} - K_i^{\text{min}}}. \quad \text{Пусть}$$

$$W = \sum_{i=1}^N L_i \quad \text{– сумма квантованных значений}$$

индикаторных переменных (для конкретного испытуемого). Тогда уровень развития физического качества можно оценить по формуле

$$F = \ln\left(\frac{W}{M \cdot N - W}\right).$$

Методика измерения физических качеств по линейной шкале является гибкой, т.е. для оценки физического качества не обязательно использовать весь набор индикаторных переменных (однако точность измерения в этом случае будет ниже).

Существуют два условия эффективного использования теории латентных переменных для оценки физических качеств студентов. Во-первых, индикаторные переменные должны определяться исходя из результатов выполнения контрольных тестовых упражнений, предлагаемых на учебно-тренировочных занятиях. Во-вторых, набор индикаторных переменных должен быть функционально полным, но не избыточным (требование не избыточности означает, что между индикаторными переменными не должно быть статистически значимой функциональной взаимосвязи).

Планирование процесса измерения физических качеств осуществляют на основе формирования ориентированного графа (модели измерительного процесса), включающего в себя три слоя вершин (рис. 1). Первый слой – вершины, отражающие контрольные упражнения-тесты и другие методы измерений, применяемые в физическом воспитании и спорте (пульсометрия, компьютерный видеоанализ движений и т.д.). Второй слой – вспомогательные и индикаторные переменные, функционально зависящие от результатов первичных измерений. Третий слой – латентные переменные, т.е. оцениваемые физические качества. Основное достоинство данной модели – возможность добавления тестов и индикаторных переменных.

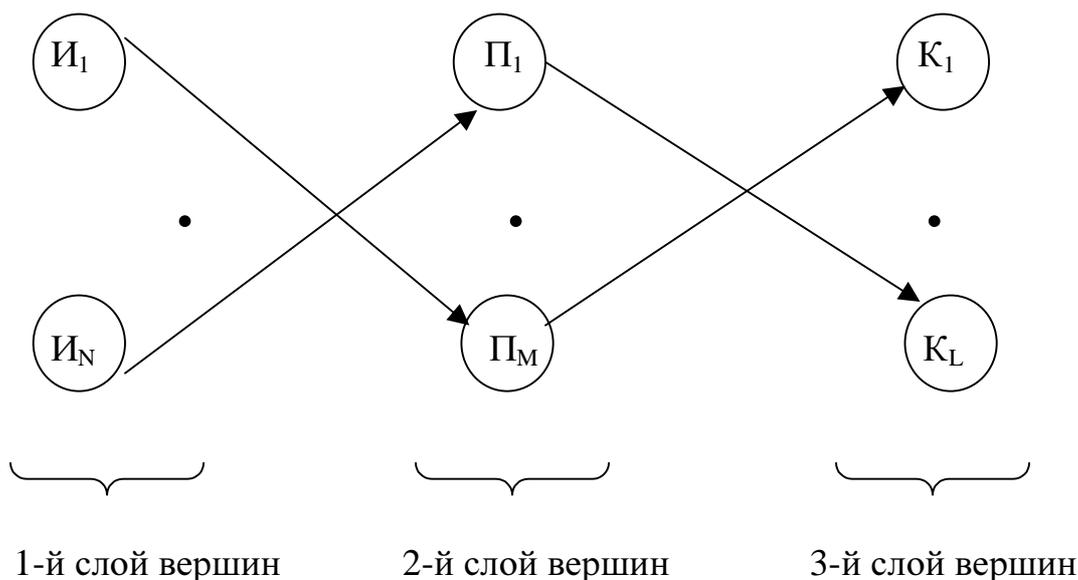


Рис. 1 – Граф измерительного процесса

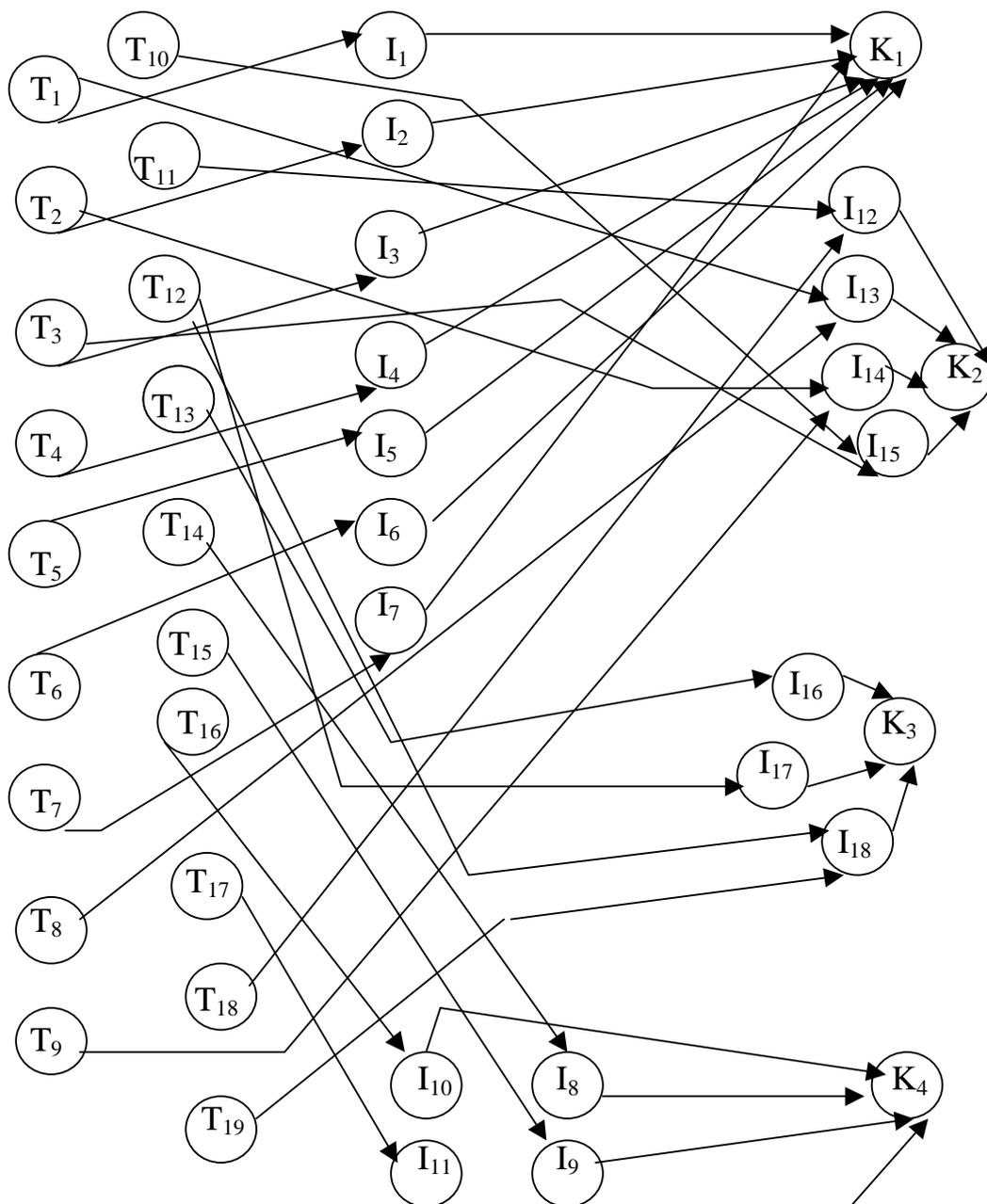


Рис. 2 – Модель измерительного процесса, реализованная в СГПИ

Нами разработана модель измерения физических качеств, реализованная на факультете физической культуры СГПИ (рис. 2). Данный граф включает в себя: физические качества $K_1 - K_4$, тестовые упражнения $T_1 - T_{18}$, индикаторные переменные $I_1 - I_{18}$, где K_1 – быстрота, K_2 – ловкость, K_3 – выносливость, K_4 – сила; T_1 – бег 30 м, T_2 – бег 60 м, T_3 – бег 100 м, T_4 – бег 150 м, T_5 – бег 200 м, T_6 – бег 300 м, T_7 – бег 400 м, T_8 – челночный бег 3×10 м, T_9 – челночный бег 6×10 м, T_{10} – челночный бег 10×10 м, T_{11} – “елочка” (суммарная длина ломаной линии 90 м), T_{12} – 12-минутный бег (тест Купера), T_{13} –

бег 1500 м, T_{14} – подъем переворотом, T_{15} – сгибание и разгибание рук в упоре на брусьях, T_{16} – сгибание и разгибание рук в упоре на перекладине, T_{17} – сгибание и разгибание рук в упоре лежа, T_{18} – бег 90 м (вспомогательный тест), T_{19} – пульсометрия; I_1 – средняя скорость бега 30 м, I_2 – средняя скорость бега 60 м, I_3 – средняя скорость бега 100 м, I_4 – средняя скорость бега 150 м, I_5 – средняя скорость бега 200 м, I_6 – средняя скорость бега 300 м, I_7 – средняя скорость бега 400 м, I_8 – количество повторений подъема переворотом, I_9 – количество повторений сгибания и разгибания рук в упоре на

бруснях, I_{10} – количество повторений сгибания и разгибания рук в висе на перекладине, I_{11} – количество повторений сгибания и разгибания рук в упоре лежа, I_{16} – средняя скорость бега 1500 м, I_{17} – расстояние, преодоленное при выполнении теста Купера.

Среднюю скорость бега определяют по формуле: $v = \frac{L}{t}$, где L – длина дистанции, t – время пробега. Остальные индикаторные переменные определяют следующим образом:

$$I_{18} = \frac{L_{\text{Купер}}}{(ЧСС_{\text{финиш}} - ЧСС_{\text{старт}})}$$

$$I_{12} = \frac{t_{90}}{t_{\text{елочка}}}$$

$$I_{13} = \frac{t_{30}}{t_{3 \times 10}}$$

$$I_{14} = \frac{t_{60}}{t_{6 \times 10}}$$

$$I_{15} = \frac{t_{100}}{t_{10 \times 10}}$$

Здесь: $L_{\text{Купер}}$ – расстояние, преодоленное в течение 12-минутного бега, $ЧСС_{\text{старт}}$ и $ЧСС_{\text{финиш}}$ – частота сердечных сокращений соответственно до и после прохождения теста Купера; t_{90} , t_{30} , t_{60} , t_{100} – время преодоления прямолинейной дистанции соответственно 90, 30, 60 и 100 м; $t_{\text{елочка}}$, $t_{3 \times 10}$, $t_{6 \times 10}$, $t_{10 \times 10}$ – соответственно время преодоления “елочки”, челночных дистанций 3X10 м, 6X10 м и 10X10 м.

Переменная I_{18} (введена авторами) означает следующее: чем больше соотношение между средней скоростью преодоления дистанции и приростом ЧСС, тем выше уровень развития выносливости испытуемого. Индикаторные переменные $I_{12} - I_{15}$ также введены авторами. С нашей точки зрения, критерием оценки ловкости является не скорость челночного бега, а соотношение между данной величиной и скоростью бега по прямолинейной дистанции. Чем меньше различие между данными показателями, тем с большим основанием можно говорить о способности индивида оперативно и целесообразно перестраивать двигательную деятельность.

Предложенная методика оценки физических качеств должна быть положена в основу педагогического контроля физической подго-

товленности студентов, который, в свою очередь, является системообразующим компонентом учебно-тренировочного процесса. Для оценки эффективности предложенной модели измерения в начале семестра было проведено комплексное тестирование студентов 1 и 2 курса ($n=107$) с последующей компьютерной обработкой. Во-первых, коэффициенты корреляции между всеми парами индикаторных переменных оказались недостаточными, чтобы говорить о статистически значимой функциональной взаимосвязи (объем статьи не позволяет привести массив этих коэффициентов). Это значит, что все индикаторные переменные вносят вклад в точность измерения физических качеств (т.е. нет лишних). Во-вторых, уровень развития физических качеств варьирует в широком диапазоне: сила – от $-1,99$ до $+0,8$ логит, выносливость – от $-0,34$ до $+2,37$ логит, быстрота – от $+0,12$ до $+2,99$ логит, ловкость – от $-0,16$ до $1,09$ логит. Это говорит об эффективности набора тестовых упражнений как измерительного инструмента (т.е. он обладает высокой дифференцирующей способностью).

Эксперимент № 1 проводился со студентами первого курса. Были выделены контрольная ($n_1=27$) и экспериментальная ($n_2=27$) группы. Для студентов экспериментальной группы комплексное тестирование было проведено в начале, середине (на 5-й и 10-й неделях соответственно) и конце учебного семестра (результаты тестирования были обработаны в соответствии с вышеописанной методикой). Необходимость проведения тестирования в середине семестра обусловлена тем, что данные о физической подготовленности студентов являются основой для обязательного рейтингового оценивания их учебных достижений (в СГПИ оценивание рейтинга студентов производится каждую треть семестра), а применение комплекса контрольных упражнений должно быть направлено не только на измерение соответствующих физических качеств, но и на оказание функционального воздействия на организм обучающихся для повышения уровня их физической подготовленности. Т.е. комплекс тестовых упражнений служил одновременно и средством оценки физических качеств, и средством подготовки к итоговому испытанию (зачету). Это вполне согласуется со схемой дуального педагогического управления. А комплексное

тестирование студентов контрольной группы было произведено лишь в начале и конце семестра с целью констатирования уровня развития их физических качеств и результативности выполнения зачетных упражнений.

Эффективность применения методики оценки физических качеств в учебно-тренировочном процессе проявляется в закономерном повышении уровня физической подготовлен-

ности студентов экспериментальной группы в конце семестра и более высоких результатах выполнения зачетных упражнений по сравнению со студентами контрольной группы (табл. 1). Аналогичным образом проводился педагогический эксперимент №2 (численность контрольной группы – 26 человек, экспериментальной – 27 человек) со студентами второго курса (результаты отражены в табл. 2).

Таблица 1

Результаты педагогического эксперимента № 1

Тест	Этап эксперимента					
	Начало			Завершение		
	КГ (X±σ)	ЭГ (X±σ)	ДР	КГ (X±σ)	ЭГ (X±σ)	ДР
Бег 100 м, с	13,6±0,7	13,8±0,8	P>0,05	13,2±0,5	12,3±0,3	P<0,05
Сгибание и разгибание рук в висе, раз	15,1±4,9	15,9±5,7	P>0,05	17,8±4,1	24,3±2,2	P<0,05
Бег 3000 м, с	2691±345	2702±357	P>0,05	2710±167	2983±104	P<0,05
Челночный бег 3X10, с	6,84±0,53	6,86±0,55	P>0,05	6,72±0,31	6,07±0,28	P<0,05

Таблица 2

Результаты педагогического эксперимента № 2

Тест	Этап эксперимента					
	Начало			Завершение		
	КГ (X±σ)	ЭГ (X±σ)	ДР	КГ (X±σ)	ЭГ (X±σ)	ДР
Бег 100 м, с	13,4±0,6	13,6±0,6	P>0,05	13,0±0,4	12,2±0,3	P<0,05
Сгибание и разгибание рук в висе, раз	15,5±5,1	16,1±5,6	P>0,05	18,1±3,9	24,7±2,4	P<0,05
Тест Купера, м	2697±348	2700±354	P>0,05	2712±161	2985±101	P<0,05
Челночный бег 3X10, с	6,81±0,49	6,82±0,52	P>0,05	6,69±0,28	6,03±0,32	P<0,05

Обозначения: КГ – контрольная группа, ЭГ – экспериментальная группа, ДР – достоверность различий.

Таким образом, применение новой методики оценки физических качеств способствует как объективизации измерения физической подготовленности студента, так и повышению уровня его физического развития, а значит, и профессиональной пригодности.

Выводы

1. В данной работе представлена методика измерения по линейной шкале латентных переменных «сила», «быстрота», «выносливость» и «ловкость». Модель измерительного процесса можно отразить в виде ориентированного графа, в котором контрольные упражнения связаны с индикаторными переменными и физическими качествами.

2. Полученные результаты измерения использованы для анализа физической подготовленности студентов факультета физической культуры СГПИ. Результаты измерений обладают достаточно высокой разрешающей способностью: латентные переменные варьируются в широком диапазоне.

3. Применение разработанной методики измерения физических качеств способствует дуальному управлению процессом физической подготовки студентов. Физическое воспитание студентов первого и второго курсов факультета физической культуры, основанное на измерении физических качеств по линейной шкале, способствует достижению более высоких показателей (P<0,05) при выполнении контрольных упражнений.

Примечания:

3. Гулидов, И.Н. Педагогический контроль и его обеспечение: учебное пособие / И.Н. Гулидов. – М.: ФОРУМ, 2005. – 240 с.
4. Маслак, А.А. Измерение латентных переменных в социально-экономических системах / А.А. Маслак. – Славянск-на-Кубани, СГПИ, 2006. – 333 с.
5. Симанков, В.С. Системный анализ в адаптивном управлении / В.С. Симанков, Е.В. Луценко, В.Н. Лаптев. – Краснодар: Ин-т совр. технол. и экон., 2001. – 258 с.
6. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М.: Академия, 2000. – 480 с.