

Е. А. Смирнов

**Формирование математических компетенций  
у будущих учителей физической культуры и тренеров**

Работа выполнена в рамках государственного задания РФ по проекту №97

Статья представляет интерес для преподавателей, осуществляющих подготовку обучающихся по профилю «Физкультурное образование». Современным требованием таковой подготовки является формирование математических компетенций будущих учителей физической культуры и тренеров, то есть их способность структурировать результаты наблюдений и тестов, выделять математические отношения, создавать модели практических ситуаций, анализировать и интерпретировать полученные результаты. Выполнение этого требования возможно при построении образовательного процесса на понятных для студента факультета физической культуры примерах спортивных соревнований.

В статье описаны вариации развития выступления спортсмена в эстафетной гонке архи-биатлона на основе базовой математической модели. С помощью цепи Маркова просчитываются следующие вариации. Во-первых, нахождение вероятности того, что спортсмен уйдет на дистанцию без штрафных кругов или с одним штрафным кругом. Во-вторых, нахождение вероятности того, что спортсмен даже с двумя дополнительными стрелами не улучшит свой результат стрельбы. В-третьих, нахождение вероятности того, что спортсмен, используя дополнительные две стрелы, в коммерческих стартах улучшит свой результат. Представлены основные моменты организации процесса наглядного моделирования в математической подготовке.

**Ключевые слова:** профессионально-ориентированное обучение, наглядное моделирование, математическая компетенция, вероятность, цепи Маркова, вектор начальных вероятностей, граф, арчери-биатлон.

Е. А. Smirnov

**Formation of Mathematical Competences of Future Physical Training Teachers and Coaches**

The article can be interesting to teachers who teach pupils on the profile “Physical Training Education”. The modern requirement of this kind of training is formation of the mathematical competence of future Physical Training teachers and coaches, i.e. their ability to structure results of supervision and tests, to allocate mathematical relations, to create models of practical situations, to analyze and interpret the received results. It is possible to implement this requirement when the educational process is based on examples of sports competitions, which are clear for the student of the Faculty of Physical Training.

In the article variations of development of the athlete’s performance in the course relais of archery-biathlon on the basis of the basic mathematical model are described. By means of Markov chain the following variations can be calculated. Firstly, estimation of the probability that the athlete will go to the distance without penalty loops or with one penalty loop. Secondly, estimation of the probability that the athlete even with two additional arrows won't improve the result of shooting. Thirdly, estimation of the probability that the athlete, using additional two arrows, will improve the result in commercial starts. Besides, the main points in the organization of the process of visual modeling in mathematical training are presented.

**Keywords:** professionally-oriented training, visual modeling, a mathematical competence, probability, Markov chains, the vector of initial probabilities, count, archery-biathlon.

В настоящее время математика завоевала важные позиции как в науке, так и прикладной деятельности в качестве языка и важнейшего инструмента научного познания и решения практических задач.

В современных исследованиях [2; 4; 5; 6] указывается, что учитель физической культуры или тренер не сможет организовать продуктивную деятельность, без достаточно развитых представлений о математической логике, вычисли-

тельной математике, о случайных событиях и их вероятностях.

Целью высшего физкультурного образования является подготовка высококвалифицированного специалиста, обладающего сформированными профессиональными компетенциями. Профессиональные компетенции предполагают в своей основе наличие специализированных знаний, умений, навыков и качеств личности, позволяющих эффективно решать профессиональные задачи, и принимать научно-обоснованные управленческие решения [7].

Как утверждают В. Д. Фискалов, В. И. Лях, В. М. Зацюрский, повседневная работа учителя физической культуры или тренера направлена на повышение адаптационных возможностей, развитие физических качеств, технической подготовленности, повышению психологической устойчивости в условиях соревновательной борьбы. При этом В. П. Губа, В. Б. Коренберг, Л. Е. Садовский, А. Л. Садовский отмечают важную роль математики в профессиональной деятельности учителей физической культуры и тренеров, которая заключается в анализе построения учебного (тренировочного) процесса, анализе учебных (спортивных и тренировочных) результатов, моделирование ситуаций в спорте, про-

гнозирование спортивных результатов, учет психологического состояния.

Следует констатировать, что успешность в профессиональной деятельности зависит и от уровня сформированности математических компетенций. Математические компетенции будущих учителей физической культуры и тренеров – это способность структурировать результаты наблюдений и тестов, выделять математические отношения, создавать математические модели ситуаций, анализировать и интерпретировать полученные результаты.

В методологических целях для определения математических компетенций предложим выделение трех разделов в математике. Первый, в котором изучают математические доказательства и вопросы обоснования математики, назовем логическим. Второй, в котором рассматривается круг вопросов, связанных с использованием ЭВМ для решения математических задач, назовем вычислительным. Третий – вероятностно-статистический, о случайных процессах или явлениях, обработки и исследование реальных показателей, данных для практических и теоретических выводов.

При таком подходе выглядит обоснованным следующая схема развития трех математических компетенций у будущих учителей физической культуры и тренеров.



Рис. 1. Содержание математических компетенций

Современным научным направлением, повышающим качество физкультурного образования выступает интеграция математики и ее разделов теории вероятностей и математической статистики в профессиональные дисциплины на осно-

ве межпредметных связей, что послужит неотъемлемой составляющей формирования математических компетенций будущих учителей физической культуры и тренеров.

Анализируя работы [4, 5, 6] следует отметить, что вопросу моделирования в спорте уделяется недостаточное внимание, а изложение вероятностной составляющей в математической подготовке будущих учителей физической культуры, тренеров остается оторванным от профессиональной деятельности, и как следствие не способность в полной мере оценивать группу событий.

Решение данной проблемы, как отмечают В. В. Афанасьев, В. П. Губа, возможно, если содержание математической подготовки будущих учителей физической культуры и тренеров будет выстроено на примерах из профессиональной деятельности и проиллюстрировано наглядными моделями.

Под математическим моделированием понимается отображение в математической форме (в виде уравнений, неравенств, систем, графиков) основных закономерностей изучаемого процесса или объекта.

Необходимыми моментами организации процесса наглядного моделирования в математической подготовке являются:

- 1) четкая формулировка задачи;
- 2) поиск основных переменных величин, определяющих процесс;
- 3) определение соотношений между этими переменными и параметрами, от которых зависит состояние процесса;
- 4) выработка и формулирование гипотезы (или гипотез) относительно характера изучаемых условий;
- 5) построение модели путем, математического описания;
- 6) решение различных вариантов развития событий;
- 7) выводы.

Результатом подобной направленной деятельности является формирование системы, отражающей реально протекающий процесс. Предлагается подход, основанный на применении наглядного моделирования в процессе формирования математических компетенций будущих учителей физической культуры и тренеров. Математическое содержание построено на моделях цепей Маркова в арчери-биатлоне.

Для примера рассмотрим такую спортивную ситуацию, как эстафетную гонку по арчери-биатлону, в которой спортсмен выполняет пять основных выстрелов по пяти мишеням и имеет возможность сделать два дополнительных выстрела, что дает ему возможность при двух про-

махах основными стрелами уйти на дистанцию без штрафа.

Вероятность попадания в мишень при одном выстреле примем за  $p$  ( $0 < p < 1$ ) и будем считать ее постоянной для данного спортсмена. Рассмотрим вероятности возможных исходов с использованием основных и дополнительных стрел.

Примем за состояние цепи Маркова  $E_i = \{\text{число } i \text{ попаданий основными стрелами}\}$ . ( $i = 0; 1; 2; 3; 4; 5$ )

Свойство однородных цепей полностью определяется вектором начальных вероятностей и матрицей  $P = (p_{ij})$  вероятностей перехода.

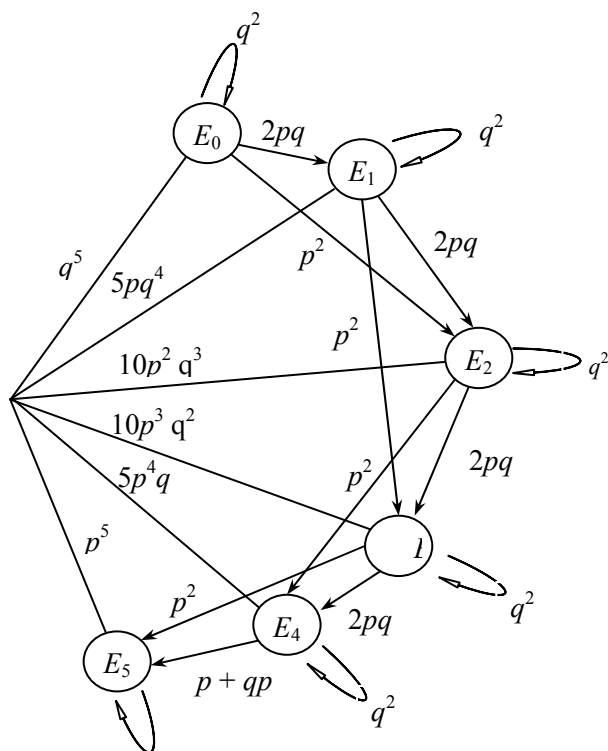
В некоторых случаях вместо матрицы  $P$  используют ориентированный граф, вершинами которого являются состояния цепи, а стрелка, идущая из состояния  $E_i$  в состояние  $E_j$  с числом  $p_{ij}$  рядом с ней, показывает, что из состояния  $E_i$  возможен переход в состояние  $E_j$  с вероятностью  $p_{ij}$ . В случае цепей Маркова с вектором начальных вероятностей предлагается [1, с. 71–76] введение еще одной вершины графа, которая соединяется с состоянием  $E_i$  ребром с числом  $a_i$  рядом с ним.

Переход из одного состояния в другое в нашем случае зададим по результату попадания (или не попадания) дополнительными стрелами, а вектор начальных вероятностей определяется вероятностями всевозможных попаданий основными стрелами.

Для нахождения координат вектора  $\bar{a}$  используем формулу Бернулли для конечной серии из  $n$  повторных, независимых испытаний  $P_n(m) = C_n^m \cdot p^m \cdot q^{n-m}$ , где  $m$  – число «успехов», а  $p$  – вероятность «успеха» в одном испытании. В нашем случае  $n = 5$ , и получим вектор начальных вероятностей:

$$\bar{a}(q^5, 5pq^4, 10p^2q^3, 10p^3q^2, 5p^4q, p^5).$$

Тогда граф данной цепи Маркова с учетом вектора начальных вероятностей выглядит следующим образом:



Покажем, как, используя граф цепей Маркова, можно достаточно просто получить многие вероятностные результаты при анализе соревнований в арчери-биатлоне.

**Пример 1.** Найти вероятности того, что спортсмен:

- а) уйдет на дистанцию без штрафных кругов;
- б) уйдет на дистанцию с одним штрафным кругом;

Нахождение искомых вероятностей проще и нагляднее осуществлять по графу:

а) вероятность оказаться в состоянии  $E_5$  находится как сумма вероятностей попадания основными стрелами, четырех попаданий основными и одной дополнительной и трех попаданий основными и двумя дополнительными, то есть

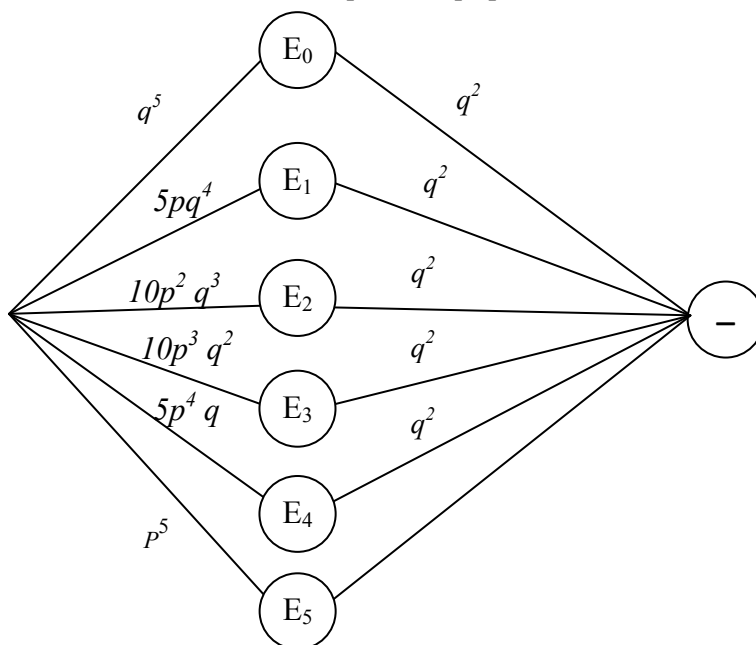
$$p(E_5) = p^5 \cdot 1 + 5p^4q \cdot (p + qp) + 10p^3q^2 \cdot p^2 = p^5(1 + 5q + 15q^2)$$

б) аналогично находим

$$p(E_4) = 5p^4q \cdot q^2 + 10p^3q^2 \cdot 2pq + 10p^2q^3 \cdot p^2 = 35p^4q^3$$

**Пример 2.** Найти вероятность того, что спортсмен и с двумя дополнительными стрелами не улучшит свой результат стрельбы.

**Решение.** Используя интерпретацию на графе формулы полной вероятности [1, с. 48], рассматриваем граф с гипотезами:



Искомую вероятность находим как вес всего графа с гипотезами:

$$P(-) = q^5 \cdot q^2 + 5pq^4 \cdot q^2 + 10p^2q^3 \cdot q^2 + 10p^3q^2 \cdot q^2 + 5p^4q \cdot q^2 + p^5 \cdot 1$$

**Пример 3.** Найти вероятность того, что спортсмен, используя дополнительные две стрелы в коммерческих стартах, улучшит свой результат.

лы в коммерческих стартах, улучшит свой результат.

**Решение.** Спортсмен не улучшит свой результат, если дополнительными стрелами дважды промахнется с вероятностью  $q^2$ , а улучшит, если два или один раз попадет в цель. Заметим,

$$\begin{aligned} P(+)=q^5(2pq+p^2)+5pq^4(2pq+p^2)+10p^2q^3(2pq+p^2)+ \\ +10p^3q^2(2pq+p^2)+5p^4q(p+qp)= \\ =2pq^6+11p^2q^5+25p^3q^4+30p^4q^3+15p^5q^2+5p^5q \end{aligned}$$

Эти примеры являются хорошей иллюстрацией к возможному рассмотрению классической вероятности (формулы сложения и умножения, условные вероятности, полная вероятность, формула Байеса, схема Бернулли) на цепях Маркова. Такой же подход может быть предложен для вводного курса теории вероятностей в «Спортивную метрологию». С одной стороны, он имеет четкую профессиональную направленность и построен на понятном для студента фактоте физическая культура материале спортивных соревнований, а с другой - является достаточно наглядным и доступным изложением стохастических процессов и имеет множество продолжений [3].

### Библиографический список

1. Афанасьев, В. В. Теория вероятностей [Текст] : учебное пособие для студ. вузов, обучающихся по специальности «Математика» / В. В. Афанасьев. – М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2007. – 350 с. – (Учебник для вузов).
2. Афанасьев, В. В. Спортивная метрология [Текст] : учебное пособие / В. В. Афанасьев, А. В. Муравьев, И. А. Осетров, П. В. Михайлов; под ред. В. В. Афанасьева. – Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 2009. – 242 с.
3. Афанасьев, В. В. Цепи Маркова в спортивных соревнованиях [Текст] / В. В. Афанасьев, И. Н. Непряев, С. В. Алаев, Е. А. Смирнов. – Ярославский педагогический вестник – 2012. – № 3. – Том III (Естественные науки). – С. 57–64.
4. Годик, М. А. Спортивная метрология [Текст] / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
5. Губа В. П. Теория и практика спортивного отбора и ранней ориентации в виды спорта [Текст] / В. П. Губа. – М. : Советский спорт, 2008. – 304 с.
6. Зацiorsкий, В. М. Спортивная метрология [Текст] : учебник для ин-тов физ. культуры / В. М. Зацiorsкий, В. Л. Уткин, Б. А. Сулаков [и др.]; под общ. ред. В. М. Зацiorsкого. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.

что при четырех закрытых мишенях этого возможно добиться первой дополнительной стрелой, при промахе – второй.

7. Зеер, Э. Ф. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход [Текст] : учеб. пособие / Э. Ф. Зеер, А. М. Павлова, Э. Э. Сыманюк. – М. : Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та, 2005. – 211 с.

### Bibliograficheskiy spisok

1. Afanas'ev, V. V. Teoriya veroyatnostej [Tekst] : uchebnoe posobie dlya stud. vuzov, obuchayushhixsya po special'nosti «Matematika» / V. V. Afanas'ev. – M.: Gumanitar. izd. centr VLADOS, 2007. – 350 S. – (Uchebnik dlya vuzov).
2. Afanas'ev, V. V. Sportivnaya metrologiya [Tekst]: uchebnoe posobie / V. V. Afanas'ev, A. V. Murav'ev, I. A. Osetrov, P. V. Mixajlov; pod red. V. V. Afanas'eva. – Yaroslavl': Izd-vo YaGPU, 2009. – 242 S.
3. Afanas'ev, V. V. Cipi Markova v sportivnyx sorevnovaniyax [Tekst] / V. V. Afanas'ev, I. N. Nepryaev, S. V. Alaev, E. A. Smirnov Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik – 2012. – № 3. – Tom III (Estestvennyye nauki). – S. 57–64.
4. Godik, M. A. Sportivnaya metrologiya [Tekst] / M. A. Godik. – M.: Fizkul'tura i sport, 1988. – 192 s.
5. Guba V. P. Teoriya i praktika sportivnogo otbora i rannej orientacii v vidy sporta [Tekst] / V. P. Guba. – M.: Sovetskij sport, 2008. – 304 s.
6. Zaciorskij, V. M. Sportivnaya metrologiya [Tekst]: uchebnik dlya in-tov fiz. kul'tury / V. M. Zaciorskij, V. L. Utkin, B. A. Suslakov [i dr.]; pod obshh. red. V. M. Zaciorskogo. – M.: Fizkul'tura i sport, 1982. – 256 S.
7. Zeer, E'. F. Modernizaciya professional'nogo obrazovaniya: kompetentnostnyj podxod: ucheb. posobie /, E'. F. Zeer, A. M. Pavlova, E'.E'.Symanyuk. – M.: Izd-vo Mosk. psixol.-soc. in-ta, 2005. – 211 s.