

УДК 7.092, 796.422.1

Копнов Даниил Вячеславович

студент факультета ФИТЭ

Вагенлейтнер Анастасия Олеговна

студентка факультета ФИТЭ

Пензенский государственный университет

г. Пенза, Российская Федерация

**ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ИЗМЕНЕНИЯ МИРОВЫХ РЕКОРДОВ В ОДНОЙ ИЗ ДИСЦИПЛИН
ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА**

***Аннотация:** Рассмотрены факторы, влияющие на спортивные результаты. Осуществлена оценка возможностей установления новых мировых рекордов в беге на дистанции 800 м среди мужчин и женщин. На основе динамики существующих рекордов проведена экстраполяция и выведена математическая модель для прогноза.*

***Ключевые слова:** легкая атлетика, средние дистанции, прогнозирование рекордов, математическая модель, экстраполяция*

Kopnov Daniil Vyacheslavovich

student of the faculty's FITE

Vagenleytner Anastasia Olegovna

student of the faculty's FITE

Penza State University

Penza, Russian Federation

**BUILDING A PROGNOSTIC MODEL FOR CHANGE OF WORLD
RECORDS IN ONE OF THE DISCIPLINES OF LIGHT AND
ATHLETICS ON THE BASIS OF MATHEMATICAL ANALYSIS**

***Abstract:** The factors influencing sports results are considered. An assessment was made of the possibilities of setting new world records in the 800 m race among men and women. Based on the dynamics of existing records, an extrapolation was carried out and a mathematical model for the forecast was derived.*

***Keywords:** athletics, middle distances, record prediction, mathematical model, extrapolation*

Многие ученые современности говорят о замедлении темпов роста спортивных показателей [2]. Они считают, что предел человеческих возможностей в профессиональном спорте уже достигнут, и новые

рекорды маловероятны, поскольку они противоречат физиологии человека. Так ли это на самом деле или данное утверждение можно оспорить? В середине прошлого столетия специалисты также были уверены, что нельзя пробежать милю быстрее, чем за четыре минуты, потому что это естественный барьер. Но уже в 1954 году британский студент сделал это, показав результат 3.59,4. А в настоящее время данный результат превзойден уже на 17 секунд [1].

Поскольку на сегодняшний день вопрос ресурсов человеческого организма остается малоизученным, прогнозирование новых рекордов представляет собой весьма трудоемкую задачу [2]. Выступление каждого спортсмена в любой дисциплине зависит от множества факторов:

- технологический аспект соревнований (особенности спортивного инвентаря, экипировки спортсмена);
- физиологический аспект (особенности организма конкретного спортсмена, его подготовленность к определенным нагрузкам);
- психологический аспект (моральное состояние спортсмена перед стартом, для командных видов спорта - психологический климат в группе);
- методологический аспект (особенности тренировочной программы);
- внешние факторы (погодные условия, сложность трассы) и т.д.

Очевидно, что все эти обстоятельства при предсказании вероятного результата соревнований учесть невозможно. Но, если задаться статистическим анализом установленных рекордов, используя определенные математические модели можно получить ориентировочный прогноз возможных результатов.

Рассмотрим применимость вышеизложенного метода на практике и обратимся для этого к легкой атлетике, спорту, на который современные инновационные технологии оказывают наименьшее влияние.

Легкая атлетика - самая массовая из всех спортивных дисциплин, олимпийский вид спорта, включающий в себя бег, ходьбу, прыжки и метания [3]. Известна своей богатой историей и огромным количеством видов, большинство из которых отличаются своей доступностью, простотой и естественностью. Эти особенности способствуют широкому ее применению в качестве одного из средств физического воспитания различных контингентов и возрастов. Занятия легкой атлетикой имеют большое прикладное и оздоровительное значение.

Легкая атлетика - один из самых древних видов спорта. Археологические находки - вазы, медальоны, монеты, помогают представить сегодня, как у древних греков, а позже у римлян проходили состязания, которые теперь называются легкоатлетическими. Все физические упражнения древние греки называли атлетикой и делили ее на «легкую» и «тяжелую». К легкой они относили бег, прыжки, метание, стрельбу из лука, плавание и некоторые другие виды, развивающие ловкость, быстроту и выносливость. Борьбу, кулачный бой и другие упражнения, которые развивали силу, греки относили к тяжелой атлетике [3].

Легкая атлетика составляла основу античных Олимпийских игр. Сначала атлеты соревновались в единственной дисциплине - беге на один стадий (около 192 м). Затем они стали участвовать в пентатлоне (беге, прыжках в длину, метании диска, копья и борьбе). В программу Игр I Олимпиады в Афинах (1896) уже были включены 12 легкоатлетических дисциплин, среди которых - 6 беговых [4].

Именно на этих Играх впервые были проведены соревнования в беге на средние дистанции - комплексе дисциплин легкой атлетики, включающий в себя дистанции от 500 до 2000 м.

Средние дистанции в легкой атлетике считаются одними из самых сложных, поскольку при их преодолении от спортсмена требуется поддержание высокой скорости в течение достаточно длительного времени. Соответственно он должен иметь развитые скоростно-силовые качества, свойственные спринтерам, но помимо этого, обладать общей и специальной выносливостью, присущей бегунам на длинные дистанции.

Рассмотрим олимпийскую дистанцию – 800 м и с помощью математической модели определим возможность улучшения установленных на ней результатов. Сначала проследим динамику существующих рекордов:

Таблица 1. Мужские рекорды

Время	Легкоатлет	Дата
1.51.9	Тед Мередит (США)	08.07.1912
1.50.6	Сера Мартен (Франция)	14.07.1928
1.49.8	Томми Хэмпсон (Великобритания)	02.08.1932
1.49.7	Гленн Каннингем (США)	20.08.1936
1.48.4	Сидней Вудерсон (Великобритания)	20.08.1936
1.46.6	Рудольф Харбиг (Германия)	15.07.1939
1.45.7	Роже Мунс (Бельгия)	03.08.1955
1.44.3	Питер Снелл (Новая Зеландия)	02.02.1962
1.44.3	Ральф Доубелл (Австралия)	15.10.1968
1.44.3	Дэвид Уоттл (США)	01.07.1972

1.43.7	Марчелло Фьясконаро (Италия)	27.06.1973
1.43.5	Альберто Хуанторена (Куба)	16.07.1976
1.43.4	Альберто Хуанторена (Куба)	21.08.1977
1.42.4	Себастьян Коу (Великобритания)	05.07.1979
1.41.73	Себастьян Коу (Великобритания)	10.06.1981
1.41.73	Уилсон Кипкетер (Дания)	07.07.1997
1.41.24	Уилсон Кипкетер (Дания)	13.08.1997
1.41.11	Уилсон Кипкетер (Дания)	24.08.1997
1.41.09	Дэвид Рудиша (Кения)	22.08.2010
1.41.01	Дэвид Рудиша (Кения)	29.08.2010
1.40.91	Дэвид Рудиша (Кения)	09.08.2012

Таблица 2. Женские рекорды

Время	Легкоатлет	Дата
2.30.4	Жоржетта Ленуар (Франция)	20.08.1922
2.23.8	Лина Батшауер (Радке) (Германия)	07.08.1927
2.20.4	Инга Гентцель (Швеция)	16.06.1928
2.19.6	Лина Радке (Германия)	01.07.1928
2.16.8	Лина Радке (Германия)	02.08.1928
2.16.4	Зденка Коубкова (Чехословакия)	14.06.1934
2.15.9	Анна Ларсон (Швеция)	28.08.1944
2.14.8	Анна Ларсон (Швеция)	19.08.1945
2.13.8	Анна Ларсон (Швеция)	30.08.1945
2.13.0	Евдокия Васильева (СССР)	17.07.1950

2.12.2	Валентина Помогаева (СССР)	26.07.1951
2.12.0	Нина Плетнева (Откаленко) (СССР)	26.08.1951
2.08.5	Нина Плетнева (Откаленко) (СССР)	15.06.1952
2.07.3	Нина Откаленко (СССР)	27.08.1953
2.06.6	Нина Откаленко (СССР)	16.09.1954
2.05.0	Нина Откаленко (СССР)	24.09.1955
2.04.3	Людмила Шевцова (Лысенко) (СССР)	03.07.1960
2.04.3	Людмила Шевцова (Лысенко) (СССР)	07.09.1960
2.01.2	Дикси Виллис (Австралия)	03.03.1962
2.01.1	Анна Пакер (Великобритания)	20.10.1964
2.01.0	Джуди Поллок (Амур) (Австралия)	28.06.1967
2.00.5	Вера Николич (Югославия)	20.07.1968
1.58.5	Хильдегард Фальк (Германия)	11.07.1971
1.57.5	Светла Златева (Болгария)	24.08.1973
1.56.0	Валентина Герасимова (СССР)	12.06.1976
1.54.9	Татьяна Казанкина (СССР)	26.07.1976
1.54.9	Надежда Олизаренко (СССР)	12.06.1980
1.53.43	Надежда Олизаренко (СССР)	27.07.1980
1.53.28	Ярмила Кратохвилова (Чехословакия)	26.07.1983

Для большей наглядности представим эти данные на графиках:

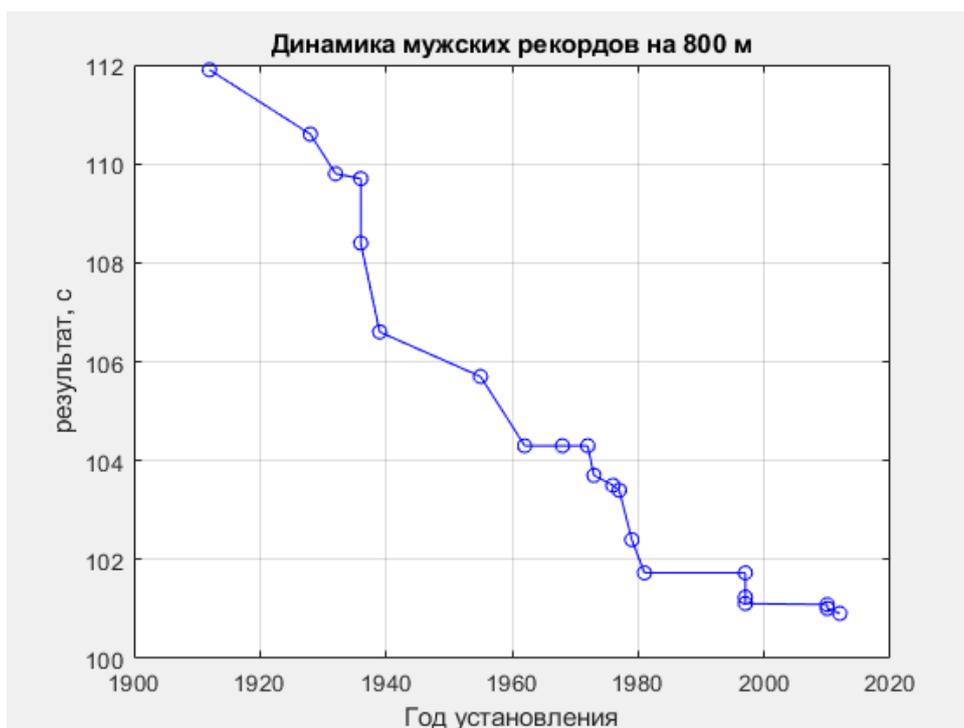


Рисунок 1 – Динамика мужских рекордов на дистанции 800 м



Рисунок 2 – Динамика женских рекордов на дистанции 800 м

Проанализировав данную динамику, можно увидеть, что темп роста результатов в последние годы на самом деле значительно снизился. Для прогнозирования дальнейших рекордов применим метод полиномиальной экстраполяции [5].

Поскольку в данном типе статистического анализа необходимо учитывать феномен Рунге [5], который может привести к большой погрешности в вычислениях при применении полиномов высокой степени, для экстраполяции женских рекордов было решено использовать полином 3 порядка, а для экстраполяции мужских рекордов – полином 2 порядка.

Далее с помощью формул многошаговой экстраполяции, построенных на основе полинома Лагранжа степени r ($r = 2,3$) с равностоящими узлами, были выведены зависимости для каждой группы рекордов:

- Для мужских рекордов было получено уравнение

$$f(x) = 0,000789011296086x^2 - 3,21680356710159x + 3378,89918345014;$$

- Для женских рекордов было получено уравнение

$$f(x) = 0,000128382435293x^3 - 0,75261523837578x^2 + \\ +1470,0230417825x - 956533,659145337.$$

Прежде чем применять данные уравнения для прогнозирования вероятных результатов, необходимо проверить соответствие полученной математической модели эмпирическим данным. Для этого можно воспользоваться коэффициентом детерминации (R^2).

Чтобы признать модель достоверной, коэффициент детерминации должен составлять не менее 80%, поскольку при таком его значении, корреляция данных превысит 90% [5].

Рассчитав значение R^2 для мужских ($R^2 = 0,967692154126315$) и женских рекордов ($R^2 = 0,967173896333372$), можно сделать вывод, что полученная математическая модель имеет большую степень достоверности и, соответственно, может применяться для прогнозирования.

Экстраполируем зависимости, показанные на графиках (рисунки 1,2) на 10-15 лет вперед (рисунки 3,4), и получим конечные значения вероятных рекордов:

- Мужские – 100,38 с (1.40,38 мин) – изменение на 0,53 с;
- Женские – 111,82 с (1.51,82 мин) – изменение на 1,46 с.

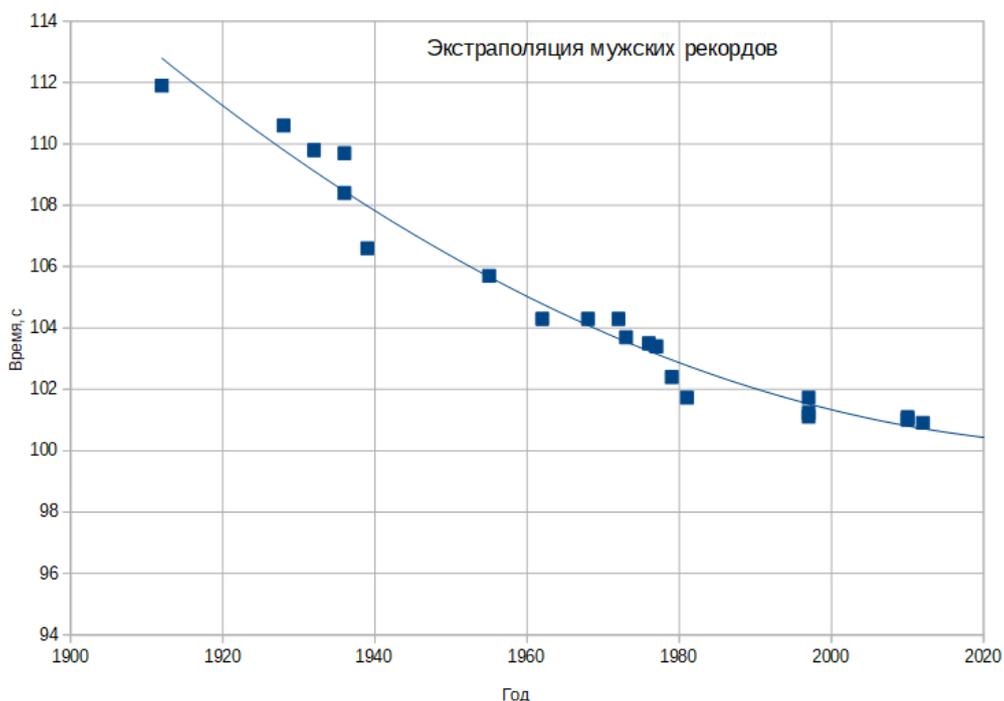


Рисунок 3 – График мужских рекордов после экстраполяции

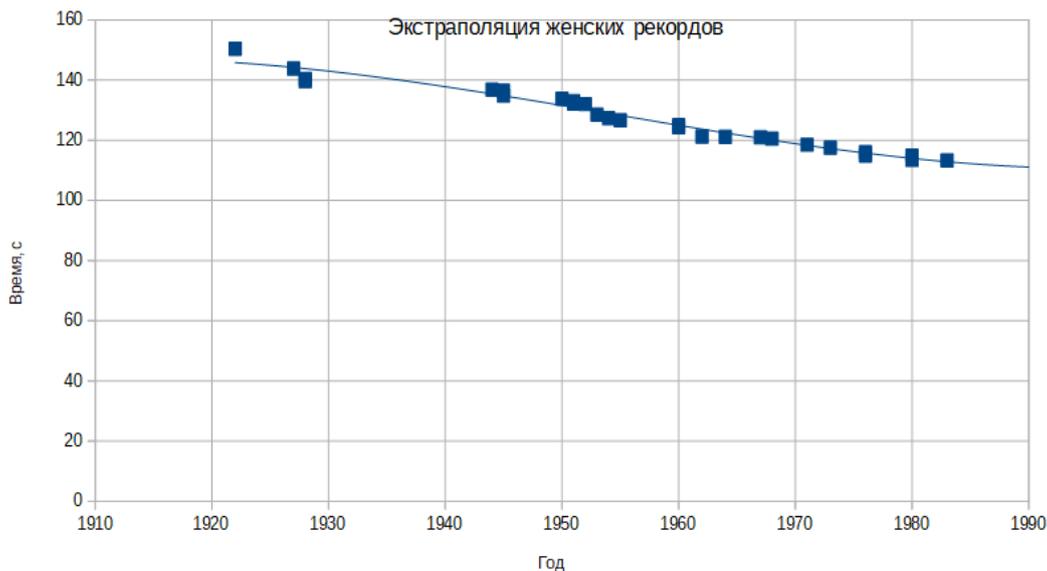


Рисунок 4 – График женских рекордов после экстраполяции

Анализируя полученные графики, можно отметить, что мужские рекорды начинались с более серьезных цифр (для сравнения: мужские 1.51,9 по современной разрядной сетке – норматив кандидата в мастера спорта; женские же 2.30,4 – норматив 2 взрослого разряда). Однако женщины за более короткий промежуток времени добились роста результата более чем на 35 секунд. Это, в свою очередь, можно объяснить тем, что вплоть до 1922 года женщин не допускали до участия в соревнованиях, а в период с 1928 по 1960-е года женская легкая атлетика испытывала серьезные ограничения со стороны Международного Олимпийского Комитета [4]. В связи с этим, только во 2 половине прошлого века женщины смогли показать результаты, на которые они на самом деле были способны. Мужчины же, с самого начала не испытывая притеснений, сразу установили высокую планку, и каждый их новый рекорд был по-настоящему высочайшим достижением.

Возвращаясь к вопросу о границах человеческих возможностей в области легкой атлетики, отмечая конкретно бег на средние дистанции, и опираясь на вышеизложенную математическую модель, можно заключить,

что установление новых мировых рекордов возможно. Но в любом случае, для их достижения потребуется немало сил, и результаты будут изменяться на столь малые значения, что большого скачка в рекордах уже не ожидается.

1. Список используемых источников:

2.

3. 1. Спорт: Баннистер ошеломляет мир 4-минутной милей // Sptimes.com. 17 декабря 1999 г.
4. 2. Романова П. Рекорды будущего: достиг ли спорт больших достижений? // Русская служба Би-би-си. 16 августа 2016 г.
5. 3. Губа В., Никитушкин В. Легкая атлетика. Изд-во: Олимпия Пресс, 2005 г.
6. 4. Аикин В.А. Олимпийское движение: история и современность. Омск: Изд-во СибГУФК, 2014 г.
7. 5. Пригарин С.М. Численный анализ (интерполяция, численное дифференцирование и интегрирование): учеб. пособие / С.М. Пригарин; НГУ – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2018 г.