

Методи прогнозування результатів стрибків у довжину з розбігу в студентів*Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки (м. Луцьк)*

Постановка наукової проблеми та її значення. Інтенсифікація навчального процесу у вищих навчальних закладах на факультетах фізичного виховання поставила питання про впровадження методів аналізу, моделювання, передбачення та прогнозування результатів стрибків у довжину з розбігу в студентів. Наявність таких методів дасть змогу детально аналізувати техніку стрибка, виявляти недоліки у виконанні його складових частин та вносити корективи в навчально-тренувальний процес стрибунів у довжину.

Аналіз досліджень цієї проблеми. Раціональність техніки стрибка в довжину з розбігу вивчали різні науковці [1; 3; 4]. Установлено, що найважливішими елементами, які подають цілісну систему технічних дій у стрибках у довжину є розбіг і відштовхування [2; 5].

За даними наукових досліджень, спортивний результат стрибка в довжину з розбігу залежить здебільшого від швидкості розбігу, спроможності стрибуну зробити швидке відштовхування, при найменшій утраті швидкості розбігу, а також від сили взаємодії поштовхової ноги з опорою під час відштовхування [2; 5; 6].

В окремих роботах висвітлено питання розвитку швидкісно-силових здібностей [7; 9] та основних факторів психологічної підготовки стрибунів у довжину [10].

Водночас аналіз літератури засвідчує, що разом із добре вивченими технічними аспектами стрибків у довжину прості й надійні методи прогнозування розроблені недостатньо. Зважаючи на це, подальше їх вивчення є актуальним науковим напрямом.

Мета дослідження – розробити методи прогнозування результатів стрибків у довжину з розбігу в студентів.

Організація та методи дослідження. Дослідження проводили під час академічних занять із дисципліни «Легка атлетика та методика її викладання». У дослідженнях узяв участь 31 студент 3 курсу факультету фізичної культури, спорту та здоров'я Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.

Для аналізу даних використовували методи кореляційного та регресійного аналізу. Дані обробляли за допомогою прикладної програми *Microsoft Excel* та програми *MedStat* [8].

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Нас цікавило, як впливає швидкість розбігу на дальність стрибка в довжину. Студенти виконували стрибок будь-яким із трьох основних способів. Довжина розбігу була фіксованою й становила 30 м. Кореляційним аналізом установлено наявність щільного взаємозв'язку між швидкістю розбігу та дальністю стрибка на рівні $r = -0,83481$ ($p < 0,01$). Рівняння регресії, розроблена методом найменших квадратів, має вигляд:

$$y = 36,654x^2 - 489,26x + 1885,8.$$

Підставивши в рівняння значення x (швидкість розбігу – 30 м), можемо розрахувати модельну дальність стрибка. Її можна визначити також за допомогою графіка, що на рис. 1. Коефіцієнт апроксимації в цьому випадку $R^2 = 0,704$, що засвідчує хорошу відповідність розроблених модельних показників реальним результатам.

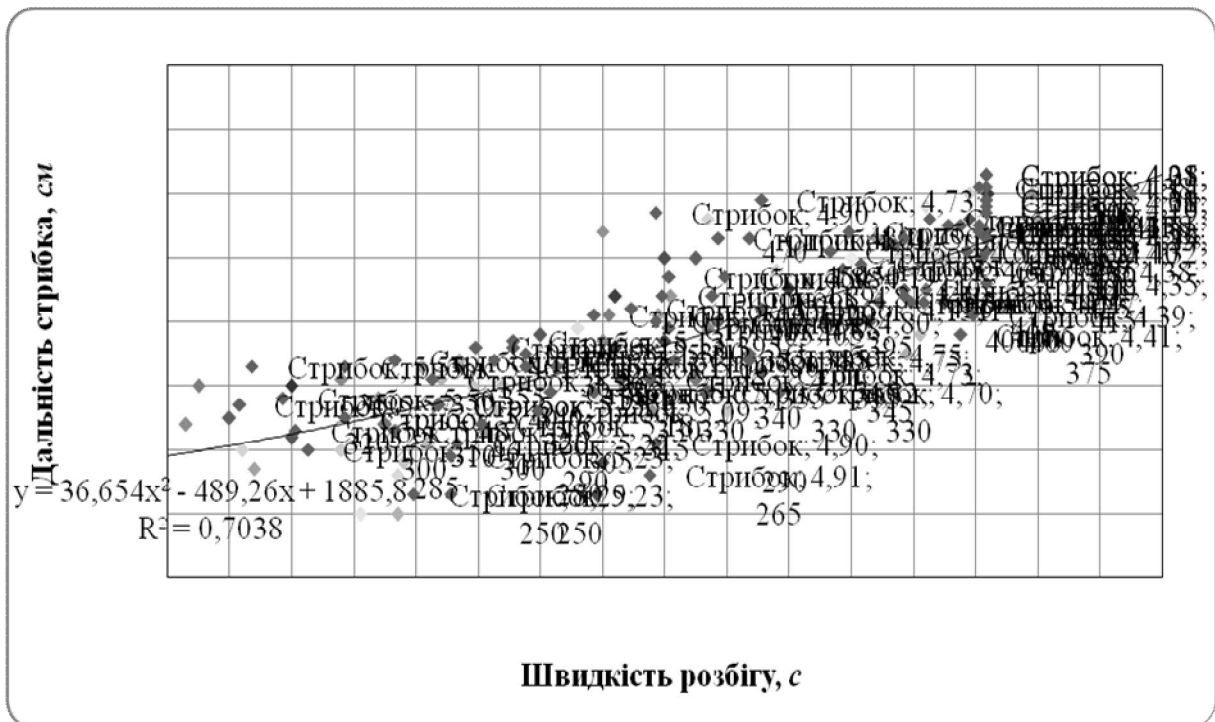


Рис. 1. Графік-модель визначення дальності стрибка в довжину за швидкістю розбігу

Розглянемо приклад практичного застосування графіка та рівняння. У наших дослідженнях студент *М-к* виконував розбіг за 4,08 с, його результат у стрибку при такій швидкості становив 480 см. Підставивши в рівняння значення швидкості його розбігу, змодельємо теоретично можливий результат: $36,654 \times 4,08^2 - 489,26 \times 4,08 + 1885,8 = 36,654 \times 16,6464 - 489,26 \times 4,08 = 610,157146 - 1996,1808 = 499,776$. Отже, теоретично студент повинен стрибати 499 см, що також видно із графіка моделі. Це на 19 см більше від реального результату. Оскільки при відносно високій швидкості розбігу результат студента не є модельним, можна припустити, що він має певні проблеми в техніці виконання стрибка. Робота над цими технічними проблемами є напрямом діяльності викладача-тренера.

У другому прикладі студент *П-к* при відносно повільній швидкості розбігу 4,9 с стрибнув 470 см. Це вказує на те, що йому потрібно працювати над розбігом. Викладач-тренер має знайти можливості для покращення швидкості розбігу. Оскільки можна припустити, що збільшення швидкості розбігу в цього студента сприятиме покращенню результату в довжині стрибка.

Становить практичний інтерес порівняння результатів розбігу 30 м під час стрибка та бігу на 30 м. Різниця між ними – 0,19 с. Водночас про статистичну відмінність результатів говорити не можна, оскільки значення *t*-критерію Стьюдента було 1,278, що відповідає $p > 0,05$. Загалом, виявлена тенденція до прояву меншої швидкості безпосередньо під час розбігу засвідчує те, що студенти не повністю використовують свої швидкісні можливості, стрибаючи в довжину, що не дає змоги провистити максимальні результати під час стрибка.

Ще одним технічним видом легкої атлетики, який ми досліджували, був потрійний стрибок. За допомогою регресійного аналізу ми вивчали взаємозв'язок між окремими компонентами підготовленості студентів та міру впливу однієї якості на іншу. Розроблено лінійне рівняння за допомогою функції *Microsoft Excel* ЛИНЕЙН, яке мало вигляд:

$$y = 6,28 \cdot x_1 + (-22,08 \cdot x_2) + (-0,45 \cdot x_3) + 1,85 \cdot x_4 + (-28,45 \cdot x_5) + (-218,93),$$

де x_1 – це довжина тіла, x_2 – розбіг 30 м під час стрибка в довжину, x_3 – результат стрибка в довжину з розбігу, x_4 – це результат стрибка у довжину з місця, x_5 – швидкість бігу на 30 м.

Перевірка вибірки показників на нормальність розподілу за допомогою *W*-критерію Шапіро-Уїлка показала, що жоден із них не відрізнявся від нормального розподілу на рівні $p < 0,1$ та $p < 0,05$. Тому для їх аналізу можна використовувати параметричні методи. Фактичне середнє арифметичне значення результатів потрійного стрибка серед третьокурсників становило $841,7 \pm 133,0$ см.

Щодо інших середніх значень показників, то вони були такими: середня довжина тіла в обстежуваних становила $172,4 \pm 9,9$ см; швидкість розбігу 30 м під час стрибка в довжину – $4,68 \pm 0,40$ с; середнє арифметичне довжини стрибка з розбігу в групі – $410,4 \pm 66,8$ см; із місця в довжину студенти в середньому стрибають $216 \pm 33,3$ см; відрізок 30 м обстежувані пробігали за $4,49 \pm 0,44$ с.

Для обґрунтування надійності рівняння зроблено аналіз регресійної статистики, що видає *Microsoft Excel*. Множинний коефіцієнт кореляції *R* становив 0,774, він засвідчує наявність взаємозв'язку між змінними *y* та x_1-x_5 . Коефіцієнт детермінованості R_2 показує, на скільки відсотків знайдена

функція регресії описує зв'язок між прогнозованими й фактичними значеннями. У нашому випадку він становив 0,599, що нижче від рекомендованого $\geq 0,75$ %. Зважаючи на це, можна припустити про небажане прогнозування результатів у потрійному стрибку за допомогою розробленого рівняння. Для того щоб визначити, чи є результат із коефіцієнтом детермінованості випадковим, розглянемо F -статистику. Фактичне F для нашого рівняння становило 3,29, що є більшим за критичне 3,20, яке розраховане в *Microsoft Excel* за допомогою функції «F.ОБР.ПХ». Отже, F -статистика підтверджує надійність рівняння для прогнозів результатів потрійного стрибка.

Аналіз графіка залишків та графіків підбору дав змогу установити певні особливості щодо придатності емпіричної моделі передбачення результатів потрійного стрибка. На графіках підбору лінійна залежність між передбачуваним значенням Y і змінними X була явно вираженою, тому в цьому випадку графік залишків є більш інформативним. За допомогою графіка залишків виявлено, що змінним x_2-x_4 притаманна залежність від залишок e , яка проявляється в яскраво вираженій закономірності їх розміщення і вказує на непридатність для передбачення. Це також скасовує припущення про незалежність помилок та засвідчує наявність автокореляції між змінними x_2-x_4 .

Оскільки між досліджуваними показниками існує автокореляція, використання їх усіх разом не є доцільним для прогнозування результатів потрійного стрибка. Це логічно, оскільки кожен із показників, зокрема, характеризує швидкісно-силові здібності. Зважаючи на це, узявши за основу результати аналізу графіка залишків, для передбачення результатів потрійного стрибка зупинилися тільки на двох показниках – довжині тіла та швидкості бігу на 30 м. Рівняння лінійної регресії в цьому випадку має вигляд:

$$5,329515 * x_1 + (-131,129 * x_2) + 511,2837,$$

де x_1 – це довжина тіла, а x_2 – швидкість бігу на 30 м. Установлено, що між середніми арифметичними фактичних значень потрійного стрибка та передбачуваними немає різниці, в обох випадках вони становили 841,7 см, однак фактичне середнє відхилення було більшим ($\pm 133,2$ см), порівняно з передбачуваним ($\pm 100,5$ см).

Аналіз регресійної статистики показав, що множинний коефіцієнт кореляції R становив 0,756. Це засвідчує наявність взаємозв'язку між змінними u та x_1-x_2 . F -статистика демонструє, що фактичне F для нашого рівняння становило 9,309, що є статистично значимим на рівні $p < 0,003$. Отже, F -статистика підтверджує, що взаємозв'язок між змінними Y та X не є випадковим.

За допомогою графіка залишків виявлено, що змінні x_1 та x_2 незалежні від залишок e (рис. 2). Це також підтверджує припущення про незалежність помилок. Графік перцентилів також засвідчив, що спостережувані точки утворюють пряму й розподіл даних не відрізняється від нормального.

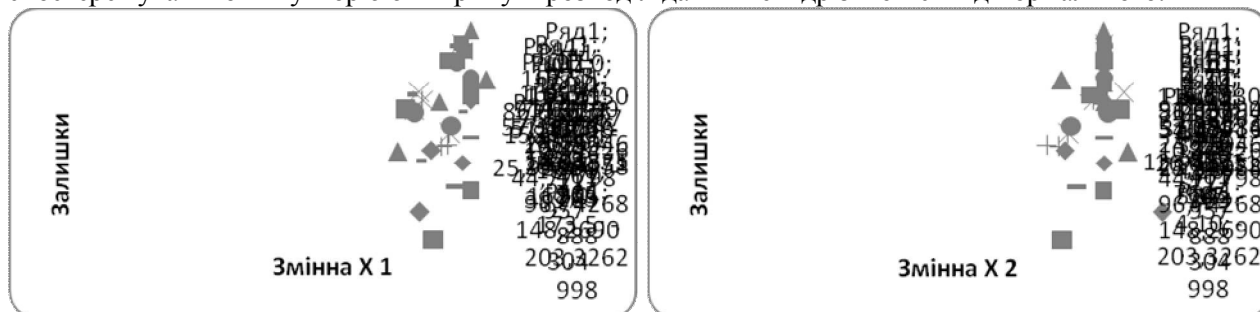


Рис. 2. Графік залишків змінної x_1 та x_2

За допомогою t -статистики встановлено, що змінні x_1 та x_2 не мають статистично значимої кореляції з передбачуваним показником, хоча значення t є великими – 1,752 та 1,905. Ця особливість t -статистики під час множинної регресії пояснюється тим, що і довжина тіла, і швидкість бігу мають цінність під час передбачення результатів потрійного стрибка, а величина t розподіляється між показниками. Так, сума t за двома показниками становить $1,752 + 1,905 = 3,657$. Таке явище відсутнє в статистиці простої лінійної регресії. Окремо t -значення простої лінійної регресії швидкості бігу з потрійним стрибком становить 3,696, довжини тіла з потрійним стрибком 3,570. Як бачимо, у всіх трьох випадках t -значення практично є однаковими.

Отже, аналіз регресійної статистики підтверджує практичну значимість розробленого рівняння для передбачення результатів у потрійному стрибку. Зокрема, встановлено придатність змінних x_1 та x_2 для прогнозування змінної y .

Розглянемо приклад передбачення результатів потрійного стрибка за розробленим рівнянням множинної регресії. Студент M -к, має ріст 184,0 см, а відрізок у 30 м долає за 4,26 с. Фактичний результат у потрійному стрибку обстежуваного становив 837 см. Підставивши результати в рівняння, отримуємо $5,329515 * 184,0 + (-131,129 * 4,26) + 511,2837 = 933,7$.

Отже, передбачуваний результат потрійного стрибка в студента M -к становить 933 см, що на 96 см більше від фактичного результату. Це дає підставу для детального аналізу недоліків у техніці

виконання потрійного стрибка та її подальшої корекції. Можна припустити, що їх усунення приведе до покращення результатів. Передбачувати результати потрійного стрибка можна також за рис. 3.

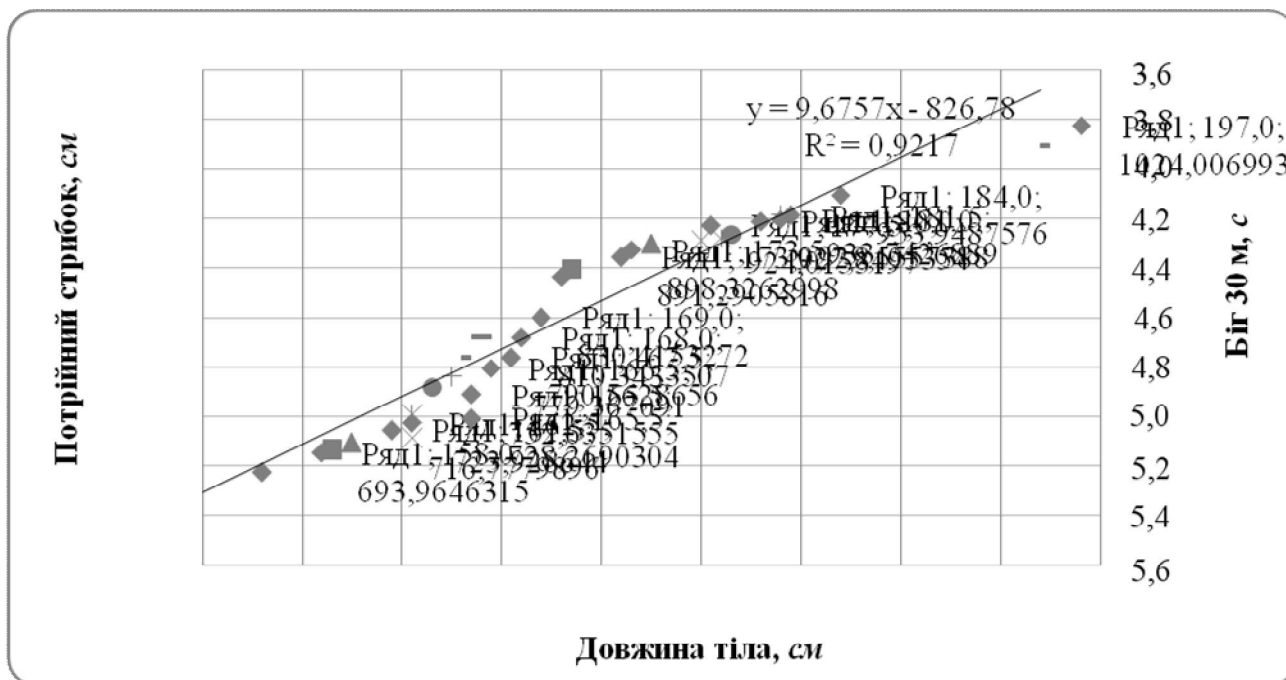


Рис. 3. Графік-модель визначення дальності потрійного стрибка за швидкістю бігу на 30 м та довжиною тіла

На основі перцентилів розроблено орієнтовні нормативи оцінювання стрибка в довжину та потрійного стрибка для дівчат і хлопців (табл. 1). Оцінювання здійснюємо за 10-бальною шкалою. Доцільно зауважити, що нормативи, рівняння регресії та графіки-моделі розроблені для студентів-третьоккурсників факультету фізичної культури, спорту та здоров'я, які не спеціалізуються в стрибках у довжину з розбігу. Для тих студентів, хто професійно займається стрибками в довжину з розбігу, а також для кваліфікованих спортсменів-стрибунів розглянуті приклади прогнозування можуть слугувати орієнтиром для розроблення таких, що відповідають їхньому рівню розвитку та майстерності.

Таблиця 1

Нормативи оцінювання стрибка в довжину з розбігу та потрійного стрибка з розбігу

Показник	Дівчата									
	3	9	15	21	26	32	38	44	50	56
Перцентиль	3	9	15	21	26	32	38	44	50	56
Бал	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Потрійний стрибок	580	672	695	698	751	810	837	842	868	871
Стрибок у довжину	277	313	332	338	358	390	392	408	419	448
Показник	Хлопці									
	44	50	56	62	68	74	79	85	91	97
Перцентиль	44	50	56	62	68	74	79	85	91	97
Бал	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Потрійний стрибок	842	868	871	897	906	908	940	941	952	1141
Стрибок у довжину	408	419	448	450	457	467	470	475	490	493

Висновки. Розроблено рівняння лінійної регресії та графіки-моделі для прогнозування результатів стрибків у довжину студентів-третьоккурсників факультету фізичної культури, спорту та здоров'я. Регресійним аналізом підтверджено їх придатність для здійснення прогнозів. Рекомендуємо для оцінювання результатів стрибків у довжину з розбігу використовувати орієнтовні нормативи, за основу розроблення яких узято метод перцентилів.

Перспективу подальших досліджень у цьому напрямі вбачаємо у створенні нових і доповненні наявних методик удосконалення техніки стрибків у довжину з розбігу студентів.

Джерела та література

1. Бобровник В. И. Биомеханические предпосылки и моделирование техники прыжков в длину / В. И. Бобровник // Наука в олимпийском спорте. – 2000. – С. 31–37.
2. Єднак В. Д. Залежність результатів у стрибках в довжину від швидкості на останніх 10 метрах розбігу у спортсменів різної кваліфікації / В. Д. Єднак // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Тернопільського нац. ун-ту ім. Гнатюка. – 2008. – № 1 (5). – С. 224–227.

3. Лемешко В. Удосконалення фізичної і технічної підготовки стрибунів у довжину / В. Лемешко, В. Канестяпін, А. Дунець-Лесько, Т. Дух // Спортивний вісник Придністров'я. – 2015. – № 1. – С.110–114.
4. Мудрик Ж. С. Організація тренувального процесу стрибунів у довжину з розбігу на етапі безпосередньої підготовки до змагань / Ж. С. Мудрик // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. – № 1 (5). – Луцьк, 2010. – С. 87–90.
5. Мудрик Ж. С. Удосконалення ритму розбігу стрибунів у довжину під час підготовки до змагань / Ж. С. Мудрик // Фізична культура і спорт: науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки. – Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. держ. ун-ту імені Лесі Українки, 2007. – № 10. – Луцьк. – С. 63–66.
6. Огаджанов А. Л. Скоростные возможности прыгунов и их реализация в разбеге / А. Л. Огаджанов, Н. Н. Чесноков, Е. М. Тер-Аванесов // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 9. – С. 24–26.
7. Пашкевич С. А. Засоби розвитку швидкісно-силових здібностей на заняттях фізичної культури з учнями 10-х класів / С. А. Пашкевич, Я. В. Матвієнко // Теорія та методика фізичного виховання. – 2016. – № 2. – С. 48–52.
8. Романюк В. П. Прогнозування та моделювання у футболі за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel : монографія / Віктор Петрович Романюк, Артем Андрійович Федецький. – Луцьк : Вежа-Друк, 2017. – 192 с.
9. Сосина Е. Прыгучесть или упругость / Е. И. Сосина, П. Н. Гойхман // Легкая атлетика. – 2004. – № 6. – С. 12–14.
10. Суворова Т. І. Характеристика основних факторів психологічної підготовки стрибунів у довжину / Т. І. Суворова, М. С. Мороз, Н. С. Карабанова // Молодіжний науковий вісник Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт : журнал / уклад. А. В. Цьось, В. П. Романюк. – Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2011. – № 4. – С. 100–105.

Анотації

У дослідженні розкрито проблему застосування методів прогнозування результатів стрибків у довжину з розбігу в студентів. Для аналізу даних використано методи кореляційного та регресійного аналізу. Виявлено наявність кореляційного зв'язку довжини тіла й швидкості розбігу з результатами стрибка. Розроблено рівняння лінійної регресії та графік-модель для прогнозування результатів стрибків у довжину студентів-третьоккурсників факультету фізичної культури, спорту та здоров'я. Регресійним аналізом підтверджено їх придатність для здійснення прогнозів. Розроблені та рекомендуються для оцінювання результатів стрибків у довжину з розбігу орієнтовні нормативи, за основу яких узято метод перцентилів. Перспективу подальших досліджень убачаємо у створенні нових і доповненні наявних методик удосконалення техніки стрибків у довжину з розбігу студентів.

Ключові слова: стрибки в довжину, студенти, регресія, прогнозування, модель.

Виктор Романюк, Светлана Савчук, Татьяна Савчук, Максим Маневский. Методы прогнозирования результатов прыжков в длину с разбега у студентов. *Исследуется проблема применения методов прогнозирования результатов прыжков в длину с разбега у студентов. Для анализа данных используются методы корреляционного и регрессионного анализа. Выявлено наличие корреляционной связи длины тела и скорости разбега с результатами прыжка. Разработаны уравнения линейной регрессии и график-модель для прогнозирования результатов прыжков в длину студентов-третьекурсников факультета физической культуры, спорта и здоровья. Регрессионным анализом подтверждается их пригодность для осуществления прогнозов. Разработаны и рекомендуются для оценки результатов прыжков в длину с разбега ориентировочные нормативы, за основу которых берется метод перцентилей. Перспективой дальнейших исследований есть создание новых и дополнение имеющихся методик совершенствования техники прыжков в длину с разбега студентов.*

Ключевые слова: прыжки в длину, студенты, регрессия, прогнозирование, модель.

Viktor Romaniuk, Svitlana Savchuk, Tetiana Savchuk, Maksym Manevskiy. Methods for Predicting the Results of Long Jumps From the Take-Off Among Students. *The research deals with the problem of application of the methods for predicting the results of long jumps from the take-off among students. The methods of correlation and regressive analysis were used for the data analysis. It was found the presence of a correlation link between a body length and takeoff speed with jump results. The equations of linear regression have been developed as well as the graphic model for forecasting the results of long jumps of third-year students of the Faculty of Physical Training, Sport and Health. The regression analysis proved their applicability for making forecasts. Some target standards have been developed and recommended to evaluate results of long jumps from the take-off, the percentile method was used as a basis for calculation. The outlook for future studies is development of new approaches and update of the present ones for improving students' long jumping techniques.*

Key words: long jumps, students, regression, forecast, pattern.