

УДК 796.023

ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТНЫХ КАЧЕСТВ ФУТБОЛИСТОВ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБУВИ НА ПОЛЕ С ИСКУССТВЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ

Р.В. Деловой (Красноярск, Россия)

А.В. Калинин (Красноярск, Россия)

А.В. Козин (Красноярск, Россия)

Аннотация

Проблема и цель. Ежегодная модернизация синтетических газонов и футбольной обуви актуализирует исследование эффективности использования специальной обуви с определенным типом подошв для повышения скоростных качеств футболистов в условиях современных искусственных покрытий.

Цель статьи – выявление эффективности использования специальной обуви на искусственном покрытии для повышения скоростных качеств футболистов.

Методология исследования. Проведены анализ и обобщение научной литературы отечественных и зарубежных авторов по вопросам: популяризации искусственных покрытий в России; биомеханики движений спортсменов в условиях синтетических покрытий; значения функционального соответствия футбольной обуви и искусственных газонов; влияния специальной футбольной обуви на скоростные качества футболистов. На основе ассортимента современных моделей футбольной обуви сформирована та-

блица соответствия типа футбольной обуви игровой поверхности. Для реализации поставленной цели был проведен педагогический эксперимент с использованием методов тестирования, контрольных испытаний и математической статистики.

Результаты. Полученные в процессе исследования результаты подтверждают достоверность влияния специальной футбольной обуви на скоростные качества. В результате эксперимента было установлено, что футболисты экспериментальной группы, использовавшие во время тренировок специальную обувь для искусственных покрытий, превосходили своих сверстников из контрольной группы в уровне скоростных качеств. Целесообразное использование подходящего типа футбольной обуви к игровой поверхности в тренировочном процессе повышает уровень скоростных качеств футболистов, от которых зависят результаты команды в течение сезона.

Ключевые слова: искусственное покрытие, использование специальной футбольной обуви, типы подошв, скоростные качества футболистов.

Постановка проблемы. В настоящей статье рассмотрим проблему эффективности использования специальной обуви с определенным типом подошв для повышения скоростных качеств футболистов в условиях современных искусственных покрытий. *Цель* данной статьи – выявление эффективности использования специальной обуви на искусственном покрытии для повышения скоростных качеств футболистов.

В соответствии с нормативно-правовым обеспечением была утверждена подпрограмма «Развитие футбола в Российской Федера-

ции на 2008–2015 гг.» в рамках стратегии развития физической культуры и спорта до 2020 года¹ и концепции новой Стратегии развития футбола в Российской Федерации до 2020 года². Одним из направлений подпрограммы была закупка искусственных покрытий для футбольных полей. Всего на приобретение искус-

¹ Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года / Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 августа 2009 года № 1101-р.

² Стратегия развития футбола в Российской Федерации (Стратегия «Футбол 2020»). URL: http://minsport.donland.ru/Data/Sites/116/media/documents/football/strategiya_2020.pdf (дата обращения: 06.05.2018).

ственных футбольных покрытий из Федерального бюджета в рамках подпрограммы было выделено 2,7 млрд руб. Максимальный объем средств пришелся на Центральный федеральный округ; солидные суммы были получены Сибирским и Приволжским федеральными округами.

Государство посредством реализованной подпрограммы «Развитие футбола в Российской Федерации на 2008–2015 гг.» смогло улучшить тренировочные условия для молодых футболистов – потенциальных профессионалов с помощью обустройства футбольных стадионов с искусственным покрытием [Бобровский, 2018].

По данным проведенного нами опроса руководителей и тренеров футбольных ДЮСШ Красноярского края, в настоящее время 90 % тренировочной и соревновательной деятельности осуществляется на искусственных покрытиях. При этом целенаправленного использования современных моделей футбольной обуви, соответствующей синтетическому газону, в полной мере не происходит. Исходя из вышеизложенного, в данной работе планируется исследовать и экспериментально подтвердить эффективность использования специальной обуви на искусственном покрытии для повышения скоростных качеств футболистов.

Методологию исследования составляют анализ и обобщение научной и методической литературы по вопросам функционального соответствия футбольной обуви и искусственных газонов, а также влияния специальной футбольной обуви на скоростные качества футболистов. На основе ассортимента современных моделей футбольной обуви сформирована таблица соответствия типа футбольной обуви игровой поверхности.

С целью решения проблемы, озвученной в данной статье, проводился педагогический эксперимент с использованием методов тестирования, контрольных испытаний и математической статистики.

Обзор научной литературы. Вопросы популяризации искусственных покрытий, рассмотренные в работах Ф. Цзэн, И. Болян, Е.Л. Боб-

ровского, имеют значение в современных тенденциях развития футбола в России. Введение в эксплуатацию футбольных полей с искусственным покрытием и площадок разного размера в среднем по 50 единиц за год можно считать главным достижением в реализации действующей стратегии развития футбола в Российской Федерации до 2020 года [Цзэн, Болян, 2017].

Материалы, используемые в производстве современных синтетических покрытий, образуют игровую поверхность с малоизученными свойствами. Искусственный газон представляет собой многослойную систему, состоящую из широкого спектра компонентов, разработка которых началась еще в начале девяностых годов и совершенствуется ежегодно. Основание составляют асфальтовая и щебневая прокладки. Элементы ворса выполнены из полипропиленового или высокой плотности полиэтиленового материала, а также линейного полиэтилена низкой плотности. Верхний слой газона составляет песок в небольших резиновых гранулах. Основанием для покрытия служит бетон, поэтому искусственные поля принято относить к твердым поверхностям. Даже высокое содержание резиновой крошки в газонах последнего поколения нельзя назвать мягким [Dixon et al., 2015; Driscoll, 2012; Fleming, 2011].

В футболе выполнение большинства движений и упражнений сопровождается высокими ударными нагрузками на дистальные звенья нижних конечностей. В результатах работ Б.А. Дышко выявлена значимость функционального соответствия спортивной обуви и искусственных покрытий в игровых и скоростно-силовых видах спорта. Также важное значение в биомеханике движений имеет материал подошв спортивной обуви [Дышко, 1995]. Подошва беговой обуви должна иметь оптимальные характеристики сцепления ноги спортсмена с покрытием [Михайлов, Шалманов, 2004].

Соприкосновение обуви с естественным и синтетическим газоном различается силой трения, которая позволяет спортсмену эффективно перемещаться вперед. Если это трение очень низкое, то нога может проскальзывать и эффек-

тивность продвижения вперед снижается. В то же время если шипы на обуви будут слишком длинными, то это приведет к значительному увеличению сил трения, что также отрицательно отразится на скорости бега [Ламаш].

При проектировании низа спортивной обуви для видов спорта, где подошва имеет непосредственный контакт с опорой, следует учитывать особые свойства этих поверхностей. Для обеспечения хорошего сцепления подошвы с опорой значение имеют тип и состояние рисунка ходовой поверхности подошвы [Смелкова, 2010].

Современная высокотехнологичная обувь для футбола различается в основном конструкцией низа, зависящего от вида поверхности, с которой будет контактировать футболист во время игры или тренировки. В целом футбольная обувь подразделяется по характеру покрытия (игровой поверхности) на обувь для спортивного зала, натурального или искусственного газона, грунтового покрытия. С увеличением жесткости грунта число шипов увеличивается, а форма их меняется. Обувь, предназначенная для игры на жестком (синтетическом) покрытии снабжена большим количеством шипов, расположенных по всей площади подошвы. В данном случае шипы могут быть разной формы, что позволяет улучшить «сцепление» с полем, повысить качество исполнения технических приемов с увеличением их скорости – маневренность [Жуковская, Никитина, 2013].

Значение соответствия и взаимовлияния искусственных покрытий и футбольной обуви изложены в работах зарубежных исследователей.

Ученые в области спортивной инженерии и биомеханики на основе современных технологий исследуют характеристику показателей взаимодействия игровой поверхности с типами подошв. Обеспечение сцепления зависит от глубины проникновения шипов подошвы в поверхность. Эффективность выполнения скоростных движений обусловлена взаимосоответствующими материалами газона и футбольной обуви. Ключевое влияние на производительность скоростных действий футболиста оказывает конфигурация шипов на обуви

[Kuhlman, 2010; Mcghie, 2014; Müller et al., 2010; Ozaki, 2011; Sun et al., 2016; и др.].

Обувь, обеспечивающая хорошую силу сцепления, повышает эффективность ускорений, поворотов и остановок футболиста. Взаимосвязь материалов ботс и синтетических наполнителей определяет механику движений [Schrier et al., 2014].

Крупнейшие производители изготавливают каждую модель ботс с несколькими типами подошв, каждая из которых предназначена для определенной игровой поверхности. На основе ассортимента современных моделей футбольной обуви мы сформировали таблицу соответствия типа футбольной обуви игровой поверхности.

Организация исследования. Исследование проводилось на футбольном стадионе КГАУ с искусственным покрытием в период с мая по сентябрь 2017 года. В педагогическом эксперименте приняли участие игроки футбольного клуба «Тотем». Экспериментальную контрольную группу составили футболисты 18 лет. В каждой группе по 11 человек.

Для определения уровня скоростных качеств до эксперимента были проведены тесты в беге на 30 и челночном беге 3×10 метров. При этом футболистами обеих групп использовалась футбольная обувь типа TF, SG, HG (табл. 1).

В период эксперимента тренировки проходили 4 раза в неделю по общепринятой программе. Экспериментальная группа использовала специальную обувь для искусственных покрытий типа FG, AG, FG/AG (см. табл. 1.), а контрольная – тренировалась в обуви TF, SG, HG.

Для анализа динамики показателей скоростных качеств контрольной и экспериментальной групп в ходе эксперимента проводились промежуточное и итоговое тестирования в беге на 30 и 3×10 метров.

Анализ полученных результатов тестирования, проведенного до эксперимента в контрольной и экспериментальной группах, показал, что в тестах, характеризующих уровень скоростных качеств, достоверных различий между группами не выявлено (табл. 2).

Таблица 1

Соответствие типа футбольной обуви игровой поверхности

Table 1

Matching the type of football shoes to the playing surface

Типы футбольной обуви	Вид игровой поверхности
FG (Firm Ground)	Нежесткие синтетические поля с резиновой крошкой либо сухие и чуть влажные естественные газоны
AG (Artificial Grass)	Для синтетических покрытий последних поколений
FG/AG	Для натуральных полей в сухую погоду, для мягких синтетических покрытий последних поколений
SG (Soft Ground)	Для мягких и сырых футбольных газонов, для мокрого или утрамбованного снега
SG Pro	Для влажных, мягких и грязных площадок, утрамбованного и мокрого снега
HG (Hard Ground)	Для игры на твердых покрытиях: сухой земле, траве, горюхе, щебенке
IN (Indoor)	Для паркета, ламината, терафлекса, досочного пола, сухих тартановых покрытий
TF (Turf Trainer)	Для жестких искусственных полей старого поколения, снега, гариевых и земельных площадок
ST (Street)	Подходит для жестких покрытий: бетон, асфальт, плитка, брусчатка, резина

Результаты исследования

Таблица 2

Показатели уровня скоростных качеств контрольной и экспериментальной групп до эксперимента

Table 2

Indicators speed quality level of control and experimental groups before experiment

№	Тесты	Контрольная группа $x \pm m$	Экспериментальная группа $x \pm m$	t	T	P
1	Бег 30 м, с	4,74 ± 0,32	4,68 ± 0,53	0,8	2,09	>0,05
2	Челночный бег 3×10 м, с	8,55 ± 0,3	8,58 ± 0,27	0,4	2,09	>0,05

Сравнение показателей уровня скоростных качеств в промежуточном тестировании показало, что футболисты экспериментальной группы превосходили сверстников из контрольной в беге 3×10 м. В беге на 30 м достоверные различия между среднегрупповыми результатами не выявлены (табл. 3).

Таблица 3

Сравнение показателей уровня скоростных качеств при промежуточном тестировании

Table 3

Comparison of speed quality indicators at intermediate testing

№	Тесты	Контрольная группа $x \pm m$	Экспериментальная группа $x \pm m$	t	T	P
1	Бег 30 м, с	4,7 ± 0,28	4,57 ± 0,42	1,9	2,09	>0,05
2	Челночный бег 3×10 м, с	8,55 ± 0,24	8,42 ± 0,1	2,2	2,09	<0,05

В результате анализа динамики результатов исходного и промежуточного тестирования в беге на 30 м различий в контрольных и экспериментальных группах выявлено не было. В челночном беге 3 × 10 м изменения в пока-

зателях уровня скоростных качеств произошли в экспериментальной группе. Анализ изменения среднегрупповых показателей контрольной группы в беге 3 × 10 м достоверных различий не выявил (табл. 4).

Таблица 4

**Динамика показателей уровня скоростных качеств
после промежуточного тестирования в беге на 30 и 3×10 м**

Table 4

Dynamics of speed indicators after intermediate testing of running for 30 and 3×10 metres

Группы	Тест	До эксперимента	Промежуточный тест	t	T	P
Контрольная $x \pm m$	Бег 30 м	4,74 ± 0,32	4,7 ± 0,28	0,6	2,09	>0,05
Экспериментальная $x \pm m$		4,68 ± 0,53	4,57 ± 0,42	1,2	2,09	>0,05
Контрольная $x \pm m$	Челночный бег 3×10 м	8,55 ± 0,3	8,55 ± 0,24	0	2,09	>0,05
Экспериментальная $x \pm m$		8,58 ± 0,27	8,42 ± 0,15	2,7	2,09	<0,05

В полученных результатах итогового тестирования контрольной и экспериментальной групп появились достоверные различия. Футбо-

листы экспериментальной группы превзошли сверстников из контрольной группы в беге на 30 и 3 × 10 м (табл. 5).

Таблица 5

**Сравнение показателей уровня скоростных качеств
при итоговом тестировании**

Table 5

Comparison of speed level indicators in final testing

№	Тесты	Контрольная группа $x \pm m$	Экспериментальная группа $x \pm m$	t	T	P
1	Бег 30 м, с	4,6 ± 0,28	4,42 ± 0,17	3	2,09	<0,05
2	Челночный бег 3×10 м	8,45 ± 0,1	8,33 ± 0,14	3	2,09	<0,05

Таблица 6

**Динамика показателей уровня скоростных качеств
при итоговом тестировании в беге на 30 и 3 × 10 м**

Table 6

**Dynamics of indicators of the level of speed qualities
of the final test in the run at 30 and 3 × 10 m**

Группы	Тест	До эксперимента	Итоговый тест	t	T	P
Контрольная $x \pm m$	Бег 30 м	4,74 ± 0,32	4,6 ± 0,28	2	2,09	>0,05
Экспериментальная $x \pm m$		4,68 ± 0,53	4,42 ± 0,17	3,3	2,09	<0,05
Контрольная $x \pm m$	Челночный бег 3×10 м	8,55 ± 0,3	8,45 ± 0,1	1,7	2,09	>0,05
Экспериментальная $x \pm m$		8,58 ± 0,27	8,33 ± 0,14	4,2	2,09	<0,05

Таким образом, анализ динамики результатов исходного и итогового тестирования в беге на 30 и 3 × 10 показал, что уровень скоростных качеств футболистов экспериментальной группы

значительно повысился, а показатели контрольной группы не имеют достоверных различий.

Ни в одном тесте футболисты контрольной группы не показали результаты лучше, чем фут-

болисты экспериментальной группы, это позволяет нам утверждать, что использование специальной обуви на искусственном покрытии для повышения скоростных качеств является эффективным.

Заключение. В результате педагогического эксперимента было установлено, что футболисты экспериментальной группы, использовавшие во время тренировок специальную обувь для искусственных покрытий, превзошли сверстников из контрольной группы в уровне скоростных качеств. Все вышесказанное подтверждает эффективность использования специальной обуви на искусственном покрытии для повышения скоростных качеств футболистов.

Целесообразное использование подходящего типа футбольной обуви к игровой поверхности в тренировочном процессе повышает уровень скоростных качеств футболистов, от которых зависят результаты команды в течение сезона.

Библиографический список

1. Бобровский Е.А. Инвестиции в строительство полей с искусственным покрытием как фактор развития футбола в регионах России // Иннов. электронный научный журнал. 2018. № 1 (34). URL: <http://www.innov.ru/science/economy/investitsii-v-stroitelstvo-poley-s/>
2. Бобровский Е.А. Улучшение состояния спортивной инфраструктуры как инструмент популяризации спорта в регионе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 3-2. С. 297–301.
3. Дышко Б.А. Биомеханическое тестирование спортивной обуви и искусственных покрытий: автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1995.
4. Жуковская Т.В., Никитина Л.Л. Современные инновационные технологии и полимерные материалы в проектировании обуви для футбола // Вестник Казанского технологического университета – 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-innovatsionnye-tehnologii-i-polimernye-materialy-v-proektirovanii-obuvi-dlya-futbola>
5. Ламаш Б.Е. Лекции по биомеханике [Электронный ресурс]. URL: <https://refdb.ru/look/2165419-pall.html>
6. Лапутин А.Н., Половников И.И., Архипов А.А. Биомеханические аспекты конструирования спортивной обуви: матер. междунар. науч.-техн. конф. М., 1988. С. 131–134.
7. Михайлов А.В., Шалманов А.А. Биомеханические свойства спортивной обуви и методика их оценки: метод. разработки для слушателей факультата усовершенствования и студентов. М.: РГУФК, 2004. 55 с.
8. Смелкова С.В. Проектирование спортивной обуви: конспект лекций для студентов. Витебск, 2010.
9. Цзэн Фанчао, Болян И. Исследование тенденций развития футбола в России // Инновации в науке. 2017. № 14(75). С. 29–32.
10. OJDE // Технологии в спорте [Электронный ресурс]. Электрон. журн. 2012. URL: <http://ojde.biz/ostorozhno-sintetika/>
11. Clarke J. & Carré M. Improving the performance of soccer boots on artificial and natural soccer surfaces. Procedia Engineering. Vol. 2, is. 2. June. 2010. P. 2775–2781. Doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.065
12. Clarke J. & Carré M. MJ Sports Eng. 2017. 20: 121. URL: <https://doi.org/10.1007/s12283-016-0220-z>
13. Dixon S., Fleming P., James I., Carre M. Science and Engineering of Sport Surfaces 2015. published by Routledge ISBN: 978-0-415-50092-0.
14. Driscoll H.F. Understanding shoe-surface interactions in football. Thesis (PhD) – 2012. Sheffield Hallam University.
15. Driscoll H., Kelley J., Kirk B. et al. Sports Eng. 2015. 18: 105. <https://doi.org/10.1007/s12283-014-0163-1>
16. Fleming P. Artificial turf systems for sport surfaces: current knowledge and research needs. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P // Journal of Sports Engineering and Technology. 2011. 225. 2011, 43–63. DOI: 10.1177/1754337111401688
17. Hennig E.M. & Sterzing T. The influence of soccer shoe design on playing performance: a series of biomechanical studies. Footwear Science. 2010. 2, 3 – 11. DOI: 10.1080/19424281003691999

18. Kuhlman S.M., Sabick M.B., Pfeiffer R., Cooper B., and Forhan J. Effect of Loading Condition on Traction Coefficient Between Shoes and Artificial Turf Surfaces. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P // Journal of Sports Engineering and Technology. 2010.224(2). 155–165. <http://dx.doi.org/10.1243/17543371JSET56>
19. Kulesa Daniel Joachim, Albert Gollhofer & Dominic Gehring. The influence of football shoe characteristics on athletic performance and injury risk – a review, Footwear Science. 2010. 9:1, 49–63, DOI: 10.1080/19424280.2017.1284273
20. Mcghee D. Biomechanical Analysis of Impact Absorption and Traction on Third-Generation Artificial Turf, no. January. 2014.
21. Müller C., Sterzing T., Lange J. & Thomas L. Milani (2010) Comprehensive evaluation of player-surface interaction on artificial soccer turf // Sports Biomechanics. 2010. 9:3, 193–205. DOI: 10.1080/14763141.2010.511679
22. Ozaki S. Finite Element Analysis of Rate- and State-Dependent Frictional Contact Behavior. Key Engineering Materials. 2011. Vol. 462–463. P. 547–552. 2011 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.462-463.547>
23. Schrier N.M., Wannop J.W., Lewinson R.T., Worobets J., Stefanyshyn D. Shoe traction and surface compliance affect performance of soccer-related movements Footwear Sci. 6. 2014. P. 69–80. Doi.org/10.1080/19424280.2014.886302
24. Sun D. et al. Effects of Different Soccer Boots on Biomechanical Characteristics of Cutting Movement on Artificial Turf // Journal of Biomechanics, Biomaterials and Biomedical Engineering. 2016. Vol. 27. P. 24–35. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JBBBE.27.24>

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF SPECIAL SHOES TO IMPROVE SPEED PERFORMANCE OF FOOTBALL PLAYERS ON ARTIFICIAL TURF

R.V. Delovoy (Krasnoyarsk, Russia)

A.V. Kozin (Krasnoyarsk, Russia)

A.V. Kalinin (Krasnoyarsk, Russia)

Abstract

Problem and purpose. The annual modernization of synthetic lawns and football shoes make topical the study of the effectiveness of the use of special shoes with a certain type of soles in order to increase the speed of football players in the conditions of modern artificial turfs.

The purpose of the article is to reveal the effectiveness of using special footwear on artificial turf to increase the speed qualities of football players.

Research methodology. The analysis and generalization of scientific and methodical literature by Russian and foreign authors were carried out on the following issues: (1) popularization of artificial turfs in Russia; (2) biomechanics of sportsmen's movements on synthetic turfs; (3) functional correspondence data of football footwear and artificial pitches; (4) influence of special football footwear on speed performance of football players. On the basis of the assortment of modern football shoes models and the table of correspondence between certain types of football footwear and surfaces of different types of artificial turf was drawn up. In order to prove the interdependence between different models of

football shoes, on the one hand, and various types of artificial turf, on the other, a pedagogical experiment making use of testing methods, control tests and mathematical statistics was held. *Results.*

The results obtained during the experiment confirmed the dependence of footballers' speed performance from the usage of footwear of different models on different types of artificial turf. It was proved during the experiment that the football players of the experimental group, the members of which used in the course of their training sessions special footwear on artificial turfs, surpassed their agemates from the control group in terms of speed characteristics. The appropriate usage during training sessions of a certain model of footwear, which is optimal for the artificial turf surface of a certain type, increases the speed performance of footballers, and the results of the football team achieved during the season depend on this a great deal. To achieve this goal, an experiment was conducted using testing methods, control tests and mathematical statistics.

Key words: *artificial turf, the use of special football shoes, types of soles, high-speed quality players.*

References

1. Bobrovskiy E.A. Investments in the construction of fields with artificial turf as a factor of football development in the regions of Russia // *Innov: electronic scientific journal*, 2018. No. 1 (34). URL: <http://www.innov.ru/science/economy/investitsii-v-stroitelstvo-poley-s/>
2. Bobrovskiy E. A. improving the state of sports infrastructure as a tool to promote sports in the region // *International journal of applied and fundamental research*. 2017. № 3–2. С. 297–301.
3. Dyshko B.A. Extended abstract of Cand. Dissertation on the topic «Biomechanical testing of athletic shoes and artificial surfaces», Moscow, 1995.
4. Zhukovskaya T.V., Nikitina, L.L. Modern innovative technology and polymer materials in the design of shoes for football / *Bulletin of the Kazan Technological University*, 2013. – Scientific electronic library «Cyberleninka».- Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-innovatsionnye-tehnologii-i-polimernye-materialy-v-proektirovanii-obuvi-dlya-futbola>.
5. Lamash B.E. Lectures on biomechanics // [Electronic resource]. – Mode of access: <https://refdb.ru/look/2165419-pall.html>
6. Laputin A.N., Polovnikov I.I., Arkhipov A.A. Biomechanical aspects of sports shoes design // *Proceedings of the international scientific and technical conference*, Moscow: 1988. P. 131–134.

7. Mikhailov A.B., Shalmanov A.A. Biomechanical properties of sports shoes and methods of their evaluation: Methodological recommendations for teachers attending the School of advanced professional development and university undergraduates. M.: RGUFK, 2004. 55 p.
8. Smelkov S.V. Design of sports shoes, the Compendium of lectures for students of «Footwear Designing». Vitebsk: the Ministry of Education of the Republic of Belarus, chair of EE «VSTU», 2010.
9. Zeng Fanchao, Balan I. Study of trends in the development of football in Russia // Innovations in science. 2017. No. 14 (75). With. 29–32.
10. OJDE // Technologies in sport [Electronic resource]. Electron. zhurn. 2012. Mode of access: <http://ojde.biz/ostorozhno-sintetika/>
11. Clarke J. & Carré. Improving the performance of soccer boots on artificial and natural soccer surfaces. *Procedia Engineering* Volume 2, Issue 2, June 2010, Pages 2775-2781. doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.065
12. Clarke J. & Carré, *MJ Sports Eng* (2017) 20: 121. <https://doi.org/10.1007/s12283-016-0220-z>
13. Dixon S., Fleming P., James I., Carre M. *Science and Engineering of Sport Surfaces 2015*. published by Routledge ISBN: 978-0-415-50092-0.
14. Driscoll H. F. Understanding shoe-surface interactions in football. Thesis (PhD) – 2012. Sheffield Hallam University.
15. Driscoll H., Kelley J., Kirk B. et al. *Sports Eng* (2015) 18: 105. <https://doi.org/10.1007/s12283-014-0163-1>
16. Fleming P. Artificial turf systems for sport surfaces: current knowledge and research needs. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology* 225, 2011, pp. 43–63. DOI: 10.1177/1754337111401688
17. Hennig E.M. & Sterzing. T. The influence of soccer shoe design on playing performance: a series of biomechanical studies. *Footwear Science*, 2, 3–11. 2010. DOI: 10.1080/19424281003691999
18. Kuhlman, Seth M.; Sabick, Michelle B.; Pfeiffer, Ronald; Cooper, Benjamin; and Forhan, Jackie. (2010). “Effect of Loading Condition on Traction Coefficient Between Shoes and Artificial Turf Surfaces”. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 224(2), 155-165. <http://dx.doi.org/10.1243/17543371JSET56>
19. Kulesa, Daniel Joachim, Albert Gollhofer & Dominic Gehring (2017) The influence of football shoe characteristics on athletic performance and injury risk – a review, *Footwear Science*, 9:1, 49–63, DOI: 10.1080/19424280.2017.1284273
20. Mcghie D. Biomechanical Analysis of Impact Absorption and Traction on Third-Generation Artificial Turf, no. January, 2014.
21. Müller C., Sterzing T., Lange J. & Thomas L. Milani (2010). Comprehensive evaluation of player-surface interaction on artificial soccer turf, *Sports Biomechanics*, 9:3, 193-205, DOI: 10.1080/14763141.2010.511679
22. Ozaki, S. “Finite Element Analysis of Rate- and State-Dependent Frictional Contact Behavior”, *Key Engineering Materials*, Vols. 462–463, pp. 547–552, 2011. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.462-463.547>
23. Schrier N.M., Wannop J.W., Lewinson R.T., Worobets J., Stefanyshyn D. Shoe traction and surface compliance affect performance of soccer-related movements. *Footwear Sci*, 6 (2014), pp. 69–80 doi.org/10.1080/194242802014.886302
24. Sun D. et al. Effects of Different Soccer Boots on Biomechanical Characteristics of Cutting Movement on Artificial Turf, *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*, Vol. 27, pp. 24–35, 2016 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JBBBE.27.24>