

УДК 796.021

**РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В СПОРТИВНОЙ ИНДУСТРИИ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ «HAWK-EYE»***Д.Н. Верзилин¹, М.А. Шубин²*¹НГУ имени П.Ф. Лесгафта²Университет ИТМО

Адрес для переписки: mironn99@list.ru

Информация о статье:

Поступила в редакцию 10.09.2020, принята к печати 30.09.2020

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Верзилин Д.Н., Шубин М.А. Развитие инновационных технологий в спортивной индустрии на примере разработки «Hawk-Eye» // Экономика. Право. Инновации. 2020. № 3. С. 55–61.**Аннотация:** В статье рассматривается тема спортивных инноваций, их степень развития в современном мире, а также некоторые конкретные автоматизированные средства помощи арбитрам. Первая часть исследования посвящена истории появления автоматических комплексов и обзору компаний, выпускающих такие системы. Анализируются способы использования и технические принципы программно-аппаратных комплексов в различных видах спорта и их особенности. Исследуются патентные и непатентные источники информации с целью более детального рассмотрения технологий и анализа уровня техники. Также в статье рассматриваются перспективы развития интеллектуальных систем. Результатом исследования является общая оценка развития интеллектуальных систем в спортивном судействе и создание прогноза для данной области рынка.**Ключевые слова:** автоматизированные средства помощи, комплекс Hawk-Eye, компания Hawk-eye Innovations, система VAR, система Goal Line Technology**DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES
IN THE SPORTS INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF «HAWK-EYE» DESIGN***D. Verzilin¹, M. Shubin²*¹Lesgaft NSU²ITMO University

Corresponding authors: nagor.spb@mail.ru

Article info:

Received 10.09.2020, accepted 30.09.2020

Article in Russian

For citation: D. Verzilin, M. Shubin. Development of innovative technologies in the sports industry on the example of «Hawk-Eye» design. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2020. No. 3. pp. 55–61.**Abstract:** The article discusses the topic of sports innovations, their degree of development in the modern world, as well as some specific automated tools for helping referees. The first part of the study is devoted to the history of the appearance of automatic systems and the review of companies that produce such systems. The methods of using and technical principles of software and hardware complexes in various sports and their features are analyzed. Patent and non-patent sources of information are investigated for a more detailed review of technologies and analysis of the state of technology. The article also discusses the prospects for the development of intelligent systems. The result of the study is a general evaluation of the development of intelligent systems in sports judging and the creation of a forecast for this area of the market.**Keywords:** automated aids, Hawk-Eye complex, Hawk-eye Innovations company, VAR system, Goal Line Technology system

Введение. Одним из главных принципов любого спортивного соревнования является честность. Она лежит в основе всего спорта, только честный спорт привлекает огромную армию болельщиков и зрителей. Также самым спортсменам интереснее соревноваться при соблюдении правил честной и равной игры [1].

Помимо этого, современный профессиональный спорт требует немало финансовых затрат. Кроме частных инвестиций и поддержки государства, большую долю прибыли спортсмены или клубы могут получить от продажи прав на телетрансляцию и за успешные выступления на турнирах, причём от статуса турнира зависят и размеры призовых выплат.

Однако в процессе соревнования существует некоторая вероятность человеческой ошибки, когда главный арбитр или его помощники выносят неправильное или весьма спорное решение, с которым не согласны не только участники соревнований, но и все причастные. Такие ошибки чаще всего происходят непреднамеренно, из-за неосторожности или невнимательности судей. Но некоторые моменты соревнований могут быть настолько молниеносными или неопределёнными, что судья просто не в состоянии самостоятельно вынести верный вердикт. При этом в современном спорте цена неправильно вынесенного решения может иметь лавинообразные последствия, когда ошибка приводит к вылету из соревнований на ранней стадии турнира, что существенно влияет на бюджет команды в будущем.

Именно эти вышперечисленные факторы стали главной причиной разработок автоматизированных систем помощи арбитрам, самая первая и инновационная из которых получило название Hawk-Eye.

Постановка задачи. Цель исследования – создание прогноза технологической области рынка спортивных инноваций на основе патентных данных и иной информации.

Задачами исследования являются:

- поиск и сбор информации об уровне техники комплекса Hawk-Eye и похожих систем;
- описание рынка спортивных инноваций;
- анализ информации о системе Hawk-

Eye, в том числе из патентных источников;

- создание прогнозов и рекомендаций для развития рынка спортивных инноваций, в том числе для конкретных продуктов.

Объектом исследования являются комплекс Hawk-Eye и похожие системы помощи арбитрам.

Предметом исследования является информация, характеризующая уровень техники и рынок спортивных инноваций.

Основная часть. Hawk-Eye – программно-аппаратный комплекс, применяемый в спортивной сфере. Его основной задачей является моделирование траектории и определение местоположения игрового снаряда. В первую очередь такой комплекс применяется на спортивных соревнованиях как вспомогательная форма судейства, помогающая главному арбитру определить место падения игрового снаряда, пересечение игровым снарядом определенной линии, порядок пересечения финишной черты спортсменами, а также построить экстраполяционную кривую траектории полета снаряда.

На практике система Hawk-eye представляет собой совокупность технических устройств, программного обеспечения и камер, частота съемки которых составляет до 600 кадров в секунду. Камеры обычно располагаются по периметру игровой площадки, под крышей стадиона или на трибунах, что гарантирует большую эффективность работы системы.

Разберем принцип работы системы Hawk-Eye на примере ее использования во время соревнований по теннису: с помощью калибровки строится модель игровой площадки в зависимости от правил игры, изначально заложенных в системный алгоритм. Потом программным обеспечением распознается образ мяча как некоего материального объекта, который и будет отслеживаться в процессе игры. По заявлениям самих разработчиков, система устойчиво распознаёт летящий снаряд в форме размытого вытянутого пятна, размер которого составляет от 2 до 10 пикселей. Далее изображение, полученное с помощью высокочастотных камер, передается в специальный вычислительный комплекс, в котором, на основе трекинга, строится серия точек в трёхмерных, а затем и в четырёхмерных координатах с учетом вре

мени перемещения мяча. В итоге система визуализации выдаёт в качестве результата гладкую траекторию полёта мяча с интерполированной точкой касания корта. Стоит отметить, что все детали функционирования Hawk-Eye не разглашаются, так как являются ноу-хау фирмы-производителя [4, 5].

О первых разработках, связанных с облегчением работы судей, было известно еще в 60-х годах XX века. Первыми аппаратными комплексами, разработанными специально для поддержки судейства в теннисе, стали системы Tennis Electronic Lines, которые работали на основе датчиков давления, воспринимающих касание линии.

Следующим этапом в области разработок цифрового помощника арбитра была разработка системы Cyclops, функционировавшая, в отличие от своего аналога, на основе инфракрасных датчиков, которые и определяли пересечение мячом линии. Главным недостатком обеих систем был низкий уровень распознавания мяча, так как системы зачастую «путали» теннисный снаряд с посторонними предметами.

В 1999 году исследовательской группой компании Roke Manor Research Ltd была начата разработка системы, ключевыми принципами работы которой были обработка видеоданных и построение траектории мяча. Во главе группы стоял доктор Пол Хоукинс, в прошлом – игрок в крикет. Исследования выполнялись на основе военных технологий слежения за ракетами. После двух лет активных исследований Пол Хоукинс и Дэвид Шерри, главный инженер-исследователь компании, защитили разработку патентом WO0141884. Именно это устройство сейчас известно как Hawk-Eye, хотя изначально система получила название «Система видеопомощника для трекинга в играх с мячом» [7].

В том же 2001 году компания Hawk-Eye Innovations LTD, развивающая свой основной продукт, отделилась от Roke Manor Research. Именно с этого момента Hawk-Eye стала одним из ключевых игроков на глобальном спортивном рынке, в чью сферу профессиональной деятельности входит разработка решений для судейства, основанных на новейших цифровых технологиях, а также инновационное управление спортивным видеоконтентом для зрителей и болельщиков

[5]. В 2006 году технологии Hawk-Eye впервые были использованы в профессиональном теннисном турнире. Такой большой перерыв был связан с тем, что система проходила многочисленное количество тестов и отладок, в том числе и при разной скорости ветра, освещении корта и температуры [4]. Эффект от внедрения Hawk-Eye был положительным, поэтому международные теннисные организации официально разрешили использовать данную систему в своих соревнованиях. Стоит отметить, что с момента внедрения данной системы количество верно принятых решений в спорных ситуациях выросло на 25%.

Не смог пройти мимо таких спортивных инноваций и самый популярный вид спорта в мире – футбол. В нем система Hawk-Eye используется для определения факта пересечения мячом линии ворот. Принцип работы Hawk-Eye схож с теннисным вариантом системы, однако он имеет и свои особенности. В отличие от тенниса, камеры устанавливаются не на корте и трибунах, а под крышей. Каждая камера передает свое изображение в центральный компьютер, который, в случае необходимости, фиксирует факт пересечения футбольным мячом линии ворот. Для того, чтобы система смогла сработать, необходимо, чтобы футбольный мяч был в поле зрения хотя бы двух камер. Стоит отметить, что система видеоповторов под названием Video Assistant Referee (далее – VAR), применяемая в настоящее время футбольными арбитрами в спорных ситуациях, разработана на основе технологии компании Hawk-Eye Innovations [2, 3].

Технология Hawk-Eye, несмотря на свою относительную молодость, является главным помощником арбитра уже во многих видах спорта. Как отмечают спортивные специалисты и журналисты, в лице данного комплекса большой спорт наконец получил достаточно надёжную автоматизированную систему помощи судьям. А в качестве всеобщего признания в 2003 году система Hawk-Eye выиграла спортивную премию «Эмми» за инновационные технические достижения в области развлечения.

Стоит отметить, что основной поток исследований в этой области пришелся на конец XX – начало XXI века. Именно в это

время на спортивный рынок со своими прорывными технологиями ворвалась компания Hawk-eye Innovations. Благодаря своим инновационным разработкам компания почти сразу смогла монополизировать рынок спортивных инноваций во многих видах спорта. Однако даже у некоторых продуктов компании всё-таки есть свои конкуренты.

К примеру, в футболе, кроме уже упомянутой системы VAR, распространена система автоматического определения голов, созданная на основе технологий компании Hawk-eye Innovations, получившая название Goal Line Technology. Эта система имеет свои аналоги. Так, в 2013 году ФИФА объявила конкурс о создании автоматической системы фиксации взятия ворот. Всего было подано 12 заявок, однако до финала дошли только 4 претендента. При этом, несмотря на то, что у этих изобретений был схожий технический результат, принципы их работы существенно отличались. Например, система Goalref, разработанная датскими и немецкими специалистами, основана на эффекте Доплера, то есть на принципах изменения магнитного поля. Все перечисленные системы были протестированы на соревнованиях различного уровня. В итоге продукт компании Hawk-eye Innovations показался ФИФА наиболее перспективным, поэтому Goal Line Technology активно применяется на всех крупнейших футбольных соревнованиях от национальных первенств до чемпионата мира [6].

Несмотря на то, что вышеописанные системы делают спортивные соревнования более честными и справедливыми, количество споров вокруг данных комплексов, как и количество скептиков растёт с каждым днём. При этом основным поставщиком таких разногласий являются крупные национальные чемпионаты по футболу [3].

В частности, последний крупный скандал, продолжающийся до сих пор, и в котором замешана система VAR, связан с определением футбольного офсайда или положения «вне игры». Это – игровая ситуация, когда игрок атакующей команды в момент начала паса другого игрока атакующей команды находится целиком или частью тела ближе к лицевой линии поля, чем предпоследний игрок соперника. Претензии к рабо-

те системы VAR были и раньше, однако данный конфликт является одним из самых масштабных.

Споры вокруг автоматизированной системы VAR стали причиной того, что Международная федерация футбола (далее – ФИФА) выступила с заявлением о возможном изменении правил, касающихся определения офсайда. В данный момент предлагается фиксировать положение вне игры только в том случае, если между последним игроком защищающейся команды и футболистом команды, которая атакует, есть «очевидный просвет». О других деталях предложения пока не сообщается. Что означает термин «очевидный просвет», ФИФА также не пояснила.

Однако уже 4 января Лукас Бруд, генеральный секретарь Международного совета футбольных ассоциаций, занимающегося регулированием правил игры в футбол, опроверг данные изменения и пояснил, как следует работать VAR при определении положения вне игры. «Если откалиброванные кадры, согласно линиям, показывают офсайд, то видеоассистент должен сообщить об этом. Даже если это только сантиметр, офсайд есть офсайд. Смысл в том, что VAR должен быстро понять, есть вне игры или нет. Он не должен задумываться минутами по каждому эпизоду», – сказал в официальном заявлении Бруд [6].

В целом клубы поддерживают данную технологию, и, по словам Майкома Райли, процент правильных решений в ключевых эпизодах матчей АПЛ благодаря VAR вырос с 82% до 91%. Также главный арбитр пообещал, что система VAR будет работать быстрее и последовательнее, а качество всей коммуникации, связанной с VAR, будет непрерывно повышаться.

Из теннисных новостей в этой области следует отметить, что в последние два года активно тестируется система нового поколения в теннисе – Hawk-Eye Live. Ее суть заключается в отказе от линейных судей и переходе на автоматическую фиксацию попаданий мяча в корт. Система посылает аудиосигналы на монитор судьи на вышке за одну десятую секунды после отскока мяча. Кроме этого, впервые проводились эксперименты и со

звуковым сопровождением системы. Как уже отмечалось ранее, история компании Hawk-eye Innovations началась после отделения от крупной корпорации Roke Manor Research для развития своего передового продукта-флагмана. Данное расставание произошло вскоре после получения патента на технологию, описывающую принцип работы системы, а также содержащую информацию о ее технической составляющей.

При анализе рынка и ассортимента компании было отмечено, что почти все продукты, за исключением некоторых, не имеют аналогов во всем мире, то есть конкуренции в области спортивных инноваций практически не наблюдаются, и компания Hawk-eye Innovations близка к монополизации данного рынка. Это можно связать с несколькими факторами, главным из которых является правовая защищенность продукции компании и грамотная работа ее патентных поверенных и юристов.

Можно сделать предположение о том, что компания Hawk-eye Innovations обладает большим количеством патентов на свои технологии, что позволяет ей обезопасить от недобросовестной конкуренции. Кроме этого, патенты могут обладать достаточно большой силой и значимостью, поэтому запатентовать похожую технологию или продукт не представляется возможным [8].

Для подтверждения или опровержения данной теории обратимся к патентной базе Европейского патентного ведомства и базе данных на сайте Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO) с целью анализа патентов компании. Однако ни в одной из перечисленных патентных баз патентов, чьим правообладателем является компания Hawk-eye Innovations, не найдено. Даже самый первый патент, в котором описывалась система Hawk-eye, принадлежит Roke Manor Research, поскольку данное изобретение было разработано еще до появления вышеуказанной компании [7].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что компания Hawk-eye Innovations не занимается патентованием собственных изобретений, или патентообладателем технологий, разработанных Hawk-eye Innovations, является другая неизвестная компания. Существует версия о том, что не-

которые технические аспекты функционирования интерактивных систем являются секретами производства, то есть ноу-хау. Это может подтвердить и тот факт, что при разработке первой системы Hawk-eye применялись военные наработки. Поэтому в открытом доступе информацию о полученных компанией патентах найти практически невозможно.

Однако по мнению сайта IP-unit, патент 1999 года является настолько сильным, что содержит в себе все технические аспекты, которые присущи компании. В частности, система VAR, по версии сайта, защищается именно этим патентом. Соответственно и все другие разновидности системы, применяемые в различных видах спорта, могут находиться под защитой именно этого патента.

Есть и другая разумная причина отсутствия патентов, зарегистрированных компанией. Как уже отмечалось, все детали функционирования Hawk-Eye не разглашаются, так как являются секретом фирмы или ноу-хау. В качестве аргумента, подтверждающего за эту теорию, можно привести тот факт, что при разработке первой системы Hawk-eye применялись военные наработки. А при патентовании изобретения необходимым фактором регистрации является полное раскрытие принципа его работы, включая даже самые мелкие детали. Все это привело к тому, что все технологии, примененные в системе Hawk-eye, перешли бы в общественное достояние. А одной из главных особенностей работы данной системы является ее уникальность и неповторимость.

Кроме этого, вполне возможно, что разработчики компании уверены в слабом техническом и информационном оснащении сферы спортивных информационных технологий, и повторить данное устройство, даже в сочетании с огромными финансовыми вложениями, почти невозможно. Поэтому компания Hawk-eye Innovations не производит патентование своих продуктов и технологий.

Результаты. Эффективность систем. После проведенного исследования технологии Hawk-eye и всей продукции Hawk-eye Innovations можно сделать вывод о том, что компания обладает высоким технологическим и инновационным по-

тенциалом. Разработки компании используются во многих видах спорта, что может говорить о гибкости технологии и способности приспосабливаться под нужды конкретных правил.

Потенциальные точки развития.

Главной претензией некоторых спортсменов является то, что данные технологии отнимают достаточно много времени, что сказывается на дальнейшем психофизическом состоянии спортсмена и эмоциональном состоянии тренеров и болельщиков. С этой проблемой необходимо начинать бороться уже сейчас. Можно отметить, что современные системы мгновенного анализа ситуации и отслеживания игрового снаряда уже применяются в теннисе. Такие устройства способны принимать решения за считанные доли секунды и посылать результаты прямо к главному арбитру соревнований, минуя специальную комнату, в которых располагаются технический персонал и специальные дополнительные судьи.

Однако такие технологии применяются не во всех видах спорта. Это связано с тем, что теннис не является контактным видом спорта и контакт между телами соперников минимален. Соответственно, в подавляющем большинстве случаев спорные ситуации связаны с определением места падения мяча, которые достаточно легко могут анализироваться техническими устройствами на основе вышеуказанных технологий калибровки и трекинга.

А как тогда быть с контактными видами спорта, как например, футбол или хоккей, в которых такие спорные ситуации являются более субъективными и требуют человеческого вмешательства? Например, как поступать при контактной борьбе двух игроков, которая в таких играх встречается почти на каждом углу, или как определить степень наказания за определенное нарушение правил?

Перспективы развития. Наиболее перспективная идея развития таких систем заключается в том, что можно интегрировать данные инновационные системы с технологией искусственного интеллекта. Обычный человек не способен представить и малую часть того, на что в настоящее время способен искусственный интеллект, поэтому дан-

ная идея не выглядит столь фантастической, какой она может показаться на первый взгляд. Для начала необходимо обучить данные системы правилам конкретной игры, то есть внедрить необходимые программы. На основе нейронных сетей и данных программ технические ассистенты судьи смогут быстро оценить спорный эпизод и оперативно вынести по нему решение, которое будет передаваться арбитру напрямую, а не через его помощников. Таким образом, время на принятие решения о каждом спорном эпизоде заметно сократится, увеличится процент правильно принятых решений, а также уменьшится фактор человеческой ошибки, которая, как видно из недавних футбольных событий, имеет место быть даже на соревнованиях высокого уровня.

Существует большая проблема реализации данной идеи. Дело в том, что каждый арбитр трактует правила игр, несмотря на то что они одинаковы для всех, по-разному: кто-то дает игрокам вести довольно жесткую борьбу, а кто-то старается пресекать ее. Из-за таких обстоятельств данный метод решения проблемы находится под угрозой срыва. Поэтому спортивным федерациям необходимо задуматься над изменением трактовки правил, которая больше бы не приводила к двойственности.

Выводы. Система Hawk-eye является инновационным программно-аппаратным комплексом, применяемым в спортивных соревнованиях. Данная инновация состоит из совокупности технологических устройств и систем, которые выводят уровень судейства на принципиально новый уровень. Именно этот комплекс стал главной причиной создания новой компании, которая и в настоящее время занимается разработкой спортивных инноваций – Hawk-eye Innovations.

Благодаря выпускаемой продукции и инновационным технологиям компания Hawk-eye Innovations почти монополизировала рынок спортивных инноваций. Она является крупнейшим разработчиком инновационных спортивных технологий и продуктов на глобальном спортивном рынке.

Анализ непатентных источников информации говорит о том, что системы являются довольно жаркой темой для обсуждения. Несмотря на то, что они действительно делают

спорт честнее, у систем находятся и свои критики. Вполне вероятно, что это связано с тем, что игроки, тренеры и болельщики не готовы к тому, что системы окажутся настолько справедливыми. Система Hawk-eye и другие сходные с ней системы, а также компания Hawk-eye Innovations имеет огромный потенциал, особенно в наше

время семимильного развития цифровых и информационных технологий. Благодаря современной инфраструктуре и высококвалифицированным специалистам компания может проводить самые технологические исследования, что, несомненно, приведет к улучшению качества продукции.

Список литературы:

1. Изаак С.И., Каргин Н.Н., Соловьев К.А. Стратегия инновационного развития в индустрии спорта // Россия: тенденции и перспективы развития. 2018. № 3. С. 315–317.
2. Тельных Д.А. Анализ проблематики использования комплексов судейско-информационной аппаратуры в сфере физической культуры и спорта // Региональный вестник. 2018. № 5. С. 15–17.
3. Тельных Д.А. Использование технологии Hawk-Eye в судействе футбольных матчей // Региональный вестник. 2019. № 2 (17). С. 16–17.
4. K. Shreeharsh In or Out: The politics of Hawk-eye in the game of tennis. *Cultures of Computing*. 2012. 22 p. (in Eng)
5. Официальный сайт компании Hawk-Eye Innovation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hawkeyeinnovations.com> (in Eng)
6. Официальный сайт Международной федерации футбола [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fifa.com> (in Eng)
7. Поискосая система Европейского патентного ведомства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.espacenet.com> (in Eng)
8. Николаев А.С. Управление инновационной деятельностью предприятия с помощью методов патентной аналитики и патентных ландшафтов // Экономика. Право. Инновации. 2019. № 2. С.49–55.

References:

1. S. Izaak, N. Kargin, K. Soloviev. Strategy of innovative development in the sports industry. *Rossiya: tendencii i perspektivy rasvitiya*. 2018. No. 3. pp. 315–317 (in Rus)
2. D. Tel'nykh. Analysis of the problems of using the complexes of judicial information devices in the field of physical culture and sports. *Regionalniy vestnik*. 2018. No. 5. pp. 15–17 (in Rus)
3. D. Tel'nykh. Using Hawk-Eye Technology in Football Refereeing. *Regionalniy vestnik*. 2019. No. 2 (17). pp. 16–17 (in Rus)
4. K. Shreeharsh In or Out: The politics of Hawk-eye in the game of tennis. *Cultures of Computing*. 2012. 22 p.
5. Official website of the company Hawk-Eye Innovation. Available at: <https://www.hawkeyeinnovations.com>
6. Official website of the Fededration Internationale de Football Association. Available at: <https://www.fifa.com>
7. Search engine of the European Patent Office. Available at: <https://espacenet.com>.
8. A. Nikolaev. Management of innovative activity of the enterprise using methods of patent analytics and patent landscapes. *Ekonomika. Pravo. Innovacii* 2019. No. 2. pp. 49–55 (in Rus)