

микросреды из-за современных тенденций в проектировании стадионов с высокой вместимостью и от увеличения износа, вызванного проведением мероприятий.

В любом случае спортивные площадки должны подчиняться ряду определенных правил, обеспечивая комфортную и безопасную среду для занятия спортом. Взаимодействие между поверхностями спортивных площадок, спортсменом и спортивным инвентарем

присущим для данного вида спорта является ключом к безопасному и комфортному занятию спортом. На такое взаимодействие влияют различные факторы: конструктивное исполнение спортивных площадок, выбор поверхности для спортивных площадок и методы ухода. Спортивные площадки с низкими показателями качества могут ухудшить игровые возможности и повысить вероятность травм у спортсмена. Покрытие для спортивных площадок должно быть безопасным и соответствовать ряду правил присущих конкретному виду спорта [9].

В связи с информацией, представленной выше при производимом контроле спортивных площадок для наилучшего понимания способности используемого покрытия снижать вероятность повреждений головы предлагается производить периодический контроль двух показателей в комплексе: коэффициент уплотнения грунта и критерий повреждения головы, который рассчитывается по формуле из данных получаемых из измерения ускорения при ударах.

#### Литература

1. Association of artificial turf and concussion in competitive contact sports: a systematic review and meta-analysis / F. O'Leary [et al.] // *BMJ open sport & exercise medicine*. – 2020. – № 1. – P. e000695.
2. Meyers, M. C. Incidence, mechanisms, and severity of game-related college football injuries on FieldTurf versus natural grass: a 3-year prospective study / M. C. Meyers // *The American journal of sports medicine*. – 2010. – № 4. – P. 687–697.
3. Meyers, M. C. Incidence, mechanisms, and severity of game-related high school football injuries across artificial turf systems of various infill weights / M. C. Meyers // *Orthopaedic journal of sports medicine*. – 2019. – № 3. – P. 2325967119832878.
4. Orchard, J. Is there a relationship between ground and climatic conditions and injuries in football? / J. Orchard // *Sports medicine*. – 2002. – Vol. 32. – P. 419–432.
5. Perceived links between playing surfaces and injury: A worldwide study of elite association football players / A. C. Mears [et al.] // *Sports medicine-open*. – 2018. – Vol. 4. – P. 1–11.
6. Caple, M. Spatial analysis of the mechanical behaviour of natural turf sports pitches / M. Caple, I. James, M. Bartlett // *Sports Engineering*. – 2012. – Vol. 15. – P. 143–157.
7. A review of turfgrass sports field variability and its implications on athlete-surface interactions / C. M. Straw [et al.] // *Agronomy Journal*. – 2020. – Vol. 112. – № 4. – P. 2401–2417.
8. Within-field variability of turfgrass surface properties and athlete performance: modeling their relationship using GPS and GIS technologies / C. M. Straw [et al.] // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*. – 2020. – Vol. 234. – № 2. – P. 170–175.
9. Does variability within natural turfgrass sports fields influence ground-derived injuries? / Straw C. M. [et al.] // *European journal of sport science*. – 2018. – Vol. 18. – № 6. – P. 893–902.

УДК 621.31/36

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПРИ КАЛИБРОВКЕ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Дубейко С. В.

Кандидат техн. наук, доцент Коробко Ю. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

В широком смысле под «прослеживаемостью» понимается возможность видеть историю использования чего-либо, например, историю местонахождения. В метрологии это понятие называется «метрологической прослеживаемостью» и связано оно с результатом измерения и используется, когда необходимо показать (проследить) его соотношение с основой для сравнения. Метрологическая прослеживаемость обеспечивает выполнение важнейшей задачи метрологии – обеспечения единства измерений. На законодательном уровне в Республике Беларусь метрологическая прослеживаемость установлена законом Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» и определена как свойство результата измерений, в соответствии с которым этот результат может быть соотнесен с национальным эталоном единицы величины или иной

основой для сравнения через документированную неразрывную цепь поверок средств измерений и/или калибровок. Таким образом, метрологическая прослеживаемость обеспечивает связь между результатом измерения или значением эталона и соответствующим опорным значением на более высоких уровнях. Она может быть обеспечена различными способами, но часто она осуществляется путем обеспечения неразрывной цепи калибровок, которая приводит к международному или национальному эталону, где на каждом этапе цепи оценивается и документируется неопределенность результата калибровки.

В предлагаемой работе предлагается вариант установления метрологической прослеживаемости при калибровке акселерометра, используемого при испытаниях специальных защитных покрытий спортивных и игровых площадок. Акселерометр – прибор, измеряющий проекцию кажущегося ускорения (разности между истинным ускорением объекта и гравитационным ускорением). Специальные покрытия спортивных и игровых необходимы для снижения рисков получения травм при падениях. Известно, что обеспечение метрологической прослеживаемости может быть обеспечено путем передачи в процессе поверки размера единицы величины от национального эталона согласно поверочной схеме. Поэтому за основу была принята государственная поверочная схема для средств измерений виброускорения, которая приведена в МИ 2070-90. Схема отображает иерархию средств измерения виброускорения и нормирует на каждом этапе передачи размера конкретные средства измерений (СИ), допустимые погрешности СИ и методы поверки. На основе поверочной схемы была разработана и предложена иерархическая схема калибровки, которая также является фактором демонстрации и обеспечения метрологической прослеживаемости. На основании этой схемы была разработана схема метрологической прослеживаемости при калибровке акселерометра, которая показана на рис. 1

Кроме того, в целях реализации этапа передачи единицы величины виброускорения от рабочего средства измерения к эталонному средству измерения 2-го разряда были разработаны и предложены методика калибровки и методика оценивания неопределенности измерений акселерометра. При этом методика калибровки разработана в соответствии с требованиями Постановления Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20 апреля 2021 г. № 42 «Об утверждении правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке средств измерений» и с учетом требований ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

Само устройство используется с целью обеспечения безопасности детей на игровых площадках, в частности в отношении повреждений головы ребенка, получаемых при падении с игрового оборудования. Такие повреждения характеризуются наиболее тяжелыми последствиями [1–2].

Детские площадки являются важной частью жизни детей, которые играют на них, взаимодействуют друг с другом и развивают навыки, такие как социальная и физическая активность, творчество и воображение. Эти навыки и опыт, полученный на детских площадках, являются необходимыми для полноценного развития детей. Кроме того, следует отметить, что детские площадки могут оказывать положительное влияние на развитие родительских компетенций. Родители, которые активно взаимодействуют со своими детьми на детских площадках, улучшают свои социальные навыки и развивают более глубокие и продуктивные отношения [3].

Несмотря на это, многие детские площадки имеют свои проблемы, которые могут привести к травмам и неудачам. Некачественные материалы, устаревшее оборудование, плохое состояние покрытий и другие факторы могут представлять угрозу для безопасности детей. Поэтому необходимо обеспечить высокий уровень качества и безопасности детских площадок. Как следствие наблюдается необходимость контроля покрытий игровых площадок.

Акселерометры позволяют оценивать различные покрытия игровых площадок на способность смягчать удар при падении в зоне приземления оборудования игровой площадки. Модуль в свою очередь является основным элементом устройства и имеет алюминиевый корпус, внутри которого установлен трехосный акселерометр модели [4].

В качестве основы для сравнения при калибровке акселерометра использовалось следующее оборудование: виброустановка. Выбор виброустановки как основы для сравнения был обусловлен конструкцией (полусферическая форма) и массой самого модуля (масса 4,6 кг).

Дальнейшие этапы цепи калибровок проводятся в соответствии с приведенной на рис. 1 схемой.

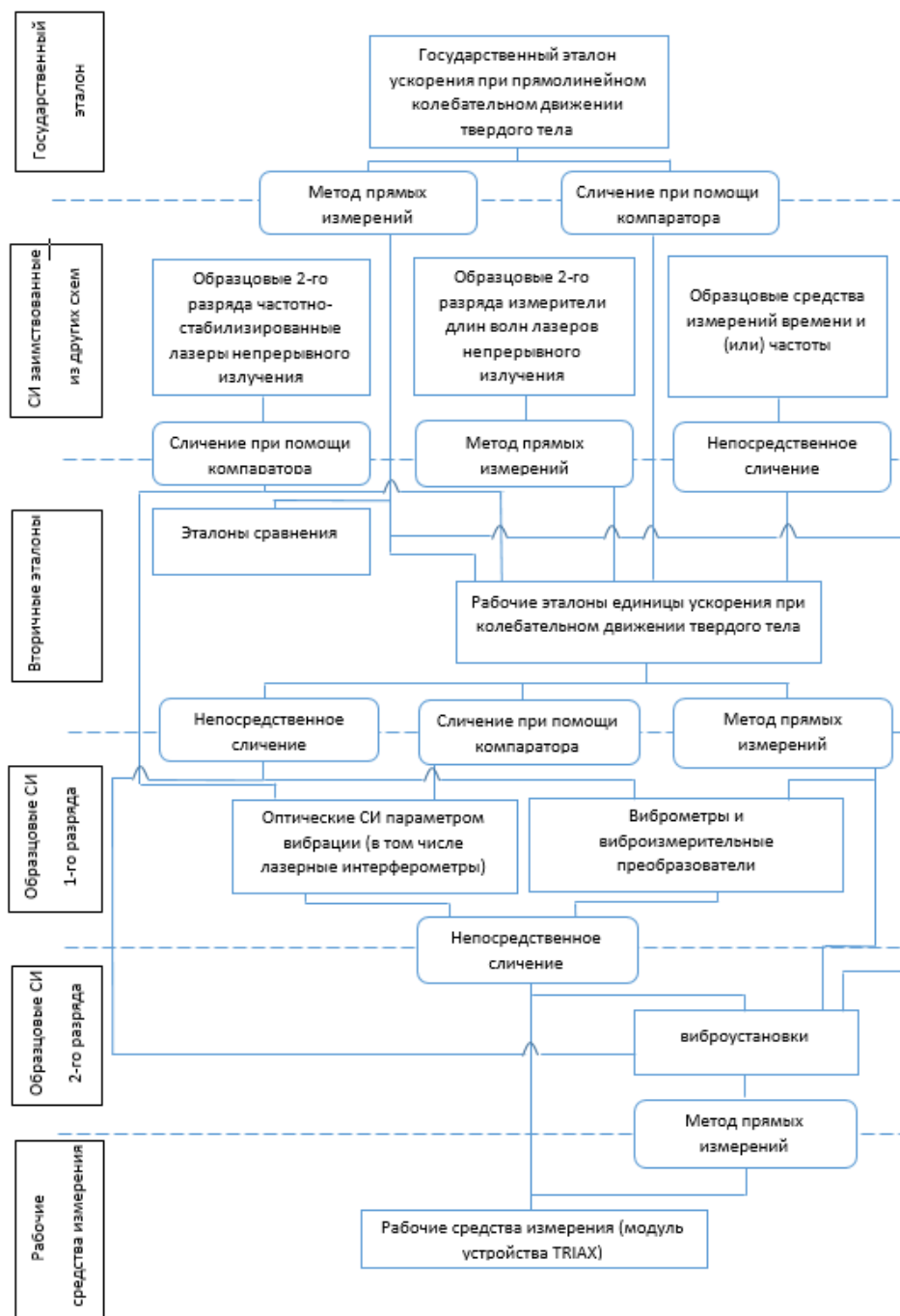


Рис. 1. Упрощенная схема передачи единицы виброускорения

### Литература

1. Orchard, J. Is there a relationship between ground and climatic conditions and injuries in football? / J. Orchard // Sports medicine. – 2002. – Vol. 32. – P. 419–432.
2. Perceived links between playing surfaces and injury: A worldwide study of elite association football players / A. C. Mears [et al.] // Sports medicine-open. – 2018. – Vol. 4. – P. 1–11.
3. Caple, M. Spatial analysis of the mechanical behaviour of natural turf sports pitches / M. Caple, I. James, M. Bartlett // Sports Engineering. – 2012. – Vol. 15. – P. 143–157.
4. A review of turfgrass sports field variability and its implications on athlete-surface interactions / C. M. Straw [et al.] // Agronomy Journal. – 2020. – Vol. 112, № 4. – P. 2401–2417.