**Исследование применения тригонометрического нивелирования для контроля вертикальной планировки игрового поля спортивных площадок**

***Сидорова Алена Сергеевна***

*Студент*

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск, Россия*

*e-mail: sidorasinka@gmail.com*

В последнее время Правительство Российской Федерации уделяет особое внимание здоровью нации, в том числе удовлетворению спроса граждан на оздоровительные и спортивно-развлекательные разновидности досуга [1]. Считают, что в условиях недостаточного финансирования наименее затратными, но обеспечивающими наибольшую пропускную способность являются открытые спортивные площадки с неводостойким типом покрытием игрового поля.

В зависимости от схемы вертикальной планировки поверхности игрового поля (продольные/поперечные) уклоны находятся в диапазоне от 0,002 до 0,01 м [2].

Для спортивной площадки размером 30х60 м и при односкатной схеме вертикальной планировки поверхности, точность измерения превышений должна находиться на уровне точного нивелирования (2,8-5,7 мм) [2].

Как известно, превышения определяют геометрическим и тригонометрическим методами. С появлением современных электронных тахеометров стали широко применять тригонометрическое нивелирование.

 Значительный вклад в исследования высокоточного тригонометрического нивелирования внесли следующие отечественные ученые: Изотов А.А., Пеллинен Л.П., Струве В.Я., Цингеру Н.Я., Померанцев И.И., Пискунов М.Е., Уставич Г.А., Никонов А.В. и другие [3, 4].

Вместе с тем точное тригонометрическое нивелирование проработано недостаточно полно и его исследование имеет важное научно-практическое значение. В связи с этим поставлена цель: разработать методику точного тригонометрического нивелирования для контроля вертикальной планировки открытых спортивных площадок.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: рассмотрены общие сведения об открытых спортивных площадках и определена точность геодезического контроля плоскости игрового поля; разработана технологическая схема тригонометрического нивелирования спортивной площадки; выполнены вычислительный и производственный эксперименты тригонометрического нивелирования поверхности открытых спортивных площадок; выполнена апробация разработанной методики точного тригонометрического нивелирования на хоккейной коробке СГУГиТ.

При исследовании опирались на базовые принципы и методы прикладной геодезии и теории ошибок.

В результате разработана методика геодезического контроля вертикальной планировки игрового поля открытых спортивных площадок, суть которой заключается в следующем:

1) Выполняют внешний осмотр площадки и отмечают места установки вешки-отражателя. Затем передают отметку на первую точку нивелирования;

2) Тахеометр устанавливают в середине игрового поля спортивной площадки. Определяют высоту инструмента, задают условную отметку станции и высоту вешки-отражателя. К нижней части вешки должна быть прикреплена «пятка». При тригонометрическом нивелировании высота инструмента и визирования должны быть равны;

3) Нивелирование выполняют двумя приемами, каждый из которых включает в себя два горизонта. При первом горизонте вешку-отражатель последовательно устанавливают, начиная, с первой до последней точки в порядке: слева – направо; сверху-вниз. Затем меняют высоту инструмента и определяют отметки последней и первой точки поверхности игрового поля;

4) Определяют превышения по формуле,

$h\_{i,j }= H\_{П,j }–H\_{3,i}$, (1)

где – отметка передней и задней точек поверхности игрового поля.

Разность превышений по модулю, полученных из двух горизонтов между одноименными точками, не должна превышать 3,5 мм.

Если сумма средних превышений по ходу не превышает предельно допустимого значения:$ f\_{h(доп)}= 3,5\sqrt{n}$, где n – количество штативов, тогда выполняют уравнивание и вычисление отметок поверхности игрового поля относительно первой точки.

Апробация разработанной методики, выполненная на хоккейной коробке СГУГиТ, подтвердила эффективность и точность тригонометрического нивелирования. На основании, созданных в программе Surfer двумерной и трехмерной моделей микрорельефа игрового поля даны рекомендации по вертикальной планировке.

Научная новизна работы заключается в методике контроля вертикальной планировки игрового поля открытых спортивных площадок.

Практическая значимость состоит в том, что разработанная методика точного тригонометрического нивелирования позволяет повысить оперативность геодезического контроля вертикальной планировки игрового поля открытых спортивных площадок, а полученные модели поверхности хоккейной коробки СГУГиТ позволяют определить лучшие условия дренирования.

**Литература**

1. Распоряжение Правительства РФ от 24 ноября 2020 г. № 3081-р «Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в РФ на период до 2030 года».
2. Свод правил 31-115-2006 «Открытые плоскостные физкультурно-строительные сооружения».
3. Никонов А.В. Исследование точности тригонометрического нивелирования способом из середины с применением электронных тахеометров [Текст] / А.В. Никонов // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 26–35.
4. Никонов А.В. Исследование тригонометрического нивелирования в полевых условиях [Текст] / А.В. Никонов, С.А. Бабасов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА. 2013. Т. 1. – С. 71–78.