

Научная статья

УДК 528.441.21

EDN GUXQRJ

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0635-4-89-95>

**Оценка точности геодезических измерений при проектировании
сооружения инженерной защиты от паводковых вод**

Юлия Иннокентьевна Колотова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия, kolotova.yuliya@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается оценка точности геодезических измерений при проектировании инженерной защиты от паводковых вод на примере некоторых сельских населенных пунктов Амурской области. Разработан алгоритм проведения топографо-геодезической съемки с целью получения топографического плана ранее неизученной территории, подверженной затоплениям при разливе реки. Проведенные геодезические изыскания позволили с высокой точностью построить 3D-модель местности, используемую в качестве подложки для проектирования инженерного сооружения.

Ключевые слова: геодезия, геодезические изыскания, сооружения инженерной защиты, топографический план, 3D-модель местности

Для цитирования: Колотова Ю. И. Оценка точности геодезических измерений при проектировании сооружения инженерной защиты от паводковых вод // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 89–95.

Original article

**Assessment of the accuracy of geodetic measurements
in the design of engineering flood protection structures**

Yulia I. Kolotova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia
kolotova.yuliya@mail.ru

Abstract. The article considers the assessment of the accuracy of geodetic measurements in the design of engineering flood protection on the example of some rural settlements of the Amur region. An algorithm for conducting topographic and geodetic surveys has been developed in order to obtain a topographic plan of a previously unexplored territory prone to flooding during a river flood. The geodetic

surveys carried out made it possible to build a 3D model of the area with high accuracy, used as a substrate for the design of an engineering structure.

Keywords: geodesy, geodetic surveys, engineering protection structures, topographic plan, 3D model of the area

For citation: Kolotova Yu. I. Assessment of the accuracy of geodetic measurements in the design of engineering flood protection structures. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)* (PP. 89–95), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Климат Амурской области резко континентальный. Характерны холодная зима и жаркое лето, летний максимум осадков, что обусловлено муссономностью климата. В этой связи достаточно часто возникает разлив рек и, как результат, подтопление ближайших населенных пунктов.

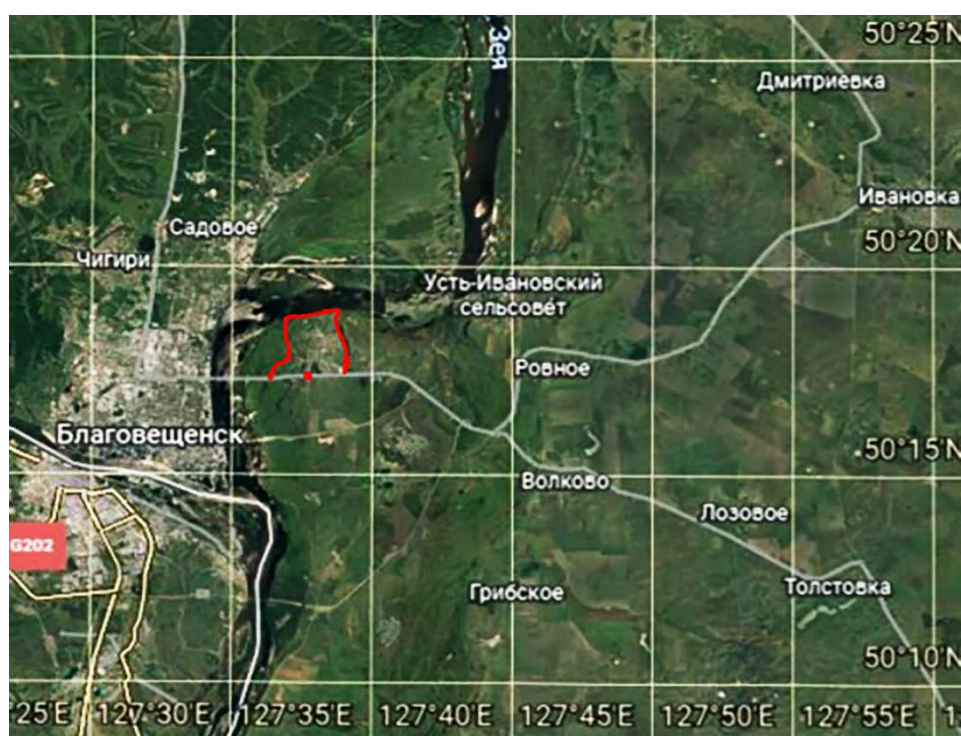
Целью исследований является получение инженерно-геодезической информации и оценка ее точности, достаточной для разработки проектной документации для строительства сооружений инженерной защиты от паводковых вод на примере сел Усть-Ивановка, Владимировка, Гродеково Благовещенского района Амурской области.

Задачи геодезических изысканий обуславливаются целью и состоят в выполнении следующих видов работ:

- 1) сбор и анализ материалов топографо-геодезической и картографической изученности территории при проектировании нового строительства;
- 2) закладка геодезических пунктов сети сгущения;
- 3) оценка точности измерений углов и линий;
- 4) топографическая съемка;
- 5) создание 3D-плана территории под строительство сооружений защиты населенных пунктов.

Объектом является территория под строительство сооружений инженерной защиты от паводковых вод населенных пунктов: Усть-Ивановка, Влади-

мировка и Гродеково Благовещенского района. Сооружения относятся к непроизводственным защитным гидротехническим сооружениям. Дамбы обвалования с. Владимировка располагаются вдоль береговой линии реки Зея, а также в пойменной части, замыкая защитный контур на незатопляемые отметки, примыкая к насыпи федеральной трассы Р297 «Амур». Общая протяженность сооружений инженерной защиты с. Владимировка – 8,6 км. Территория съемки составила 85,5 га (рис. 1).



 – контур трассы защитного гидротехнического сооружения

**Рисунок 1 – План с расположением
защитного гидротехнического сооружения**

Площадь проводимых изысканий обеспечена топографическими картами масштабов 1:25 000 М-52-64-А-а, М52-64-А-б. Материалов ранее выполняемых топографо-геодезических работ на данном участке нет. Топографические материалы, имеющиеся на данную территорию, представлены планами крупного масштаба и устарели. Допускается возможность их использования только

при рекогносцировке на местности. Координаты и высоты пунктов предоставлены в качестве исходных в системе координат МСК-28 и Балтийской системе высот 1977 года.

Планово-высотное съемочное обоснование на участке работ представляет собой систему из пунктов и линий, полученных путем проведения спутниковых наблюдений. Использовались спутниковые геодезические приемники марок Trimble R-6, Trimble R-8 III, Trimble GeoXR, PrinCe i50. В качестве исходных пунктов, от которых развивается съемочное обоснование, приняты пункты геодезической основы, ближайшие к объекту и за его пределами: не менее 4 пунктов с известными плановыми координатами и не менее 5 пунктов с известными высотами, так, чтобы обеспечить приведение съемочного обоснования в систему координат и высот пунктов геодезической основы.

Первым фактором для оценки точности геодезических измерений станет выбор методики проведения геодезической съемки ГНСС-приемниками [1, 2]. Для проведения работ по образованию пунктов опорной межевой сети выбрали быстрый статический метод спутниковых определений. Он позволяет производить определение плановых координат пунктов и их высоты с достаточной точностью и высокой оперативностью для большей части масштабного ряда и высот сечения рельефа местности. Характеристики точности измерений спутниковыми приемниками геодезического класса приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики точности измерений

Название характеристики	Значения
Маска по углу возвышения	$\geq 15^\circ$
Маска PDOP	≥ 4
Маска по отношению сигнал/шум	≥ 6
Тип решения	L1 и L2

Время наблюдений на пунктах составляло от одного до полутора часов, интервал эпох – 5 секунд. Обработка результатов наблюдений выполнялась в программном обеспечении Trimble Business Center. Абсолютно все решения

являются фиксированными.

Для обеспечения топографической съемки площадки изысканий была создана геодезическая сеть сгущения с использованием ГНСС в режиме статики и RTK (кинематики в реальном времени), состоящая из 26 точек долговременного закрепления. Топографическая съемка выполнена в режиме кинематики в реальном времени от постоянной действующей базовой станции Благовещенск (BLGV), координаты которой определены от пунктов государственной геодезической сети спутниковыми геодезическими приемниками.

Съемочная геодезическая сеть создана с обеспечением возможности ее последующего использования в качестве геодезической разбивочной основы для строительства. Конструкция и тип геодезических пунктов представлены на рисунке 2. Геодезический пункт состоит из металлической трубки на бетоне глубиной 0,8 м. Закрепленные на местности знаки могут служить для дальнейшего развития сети сгущения.

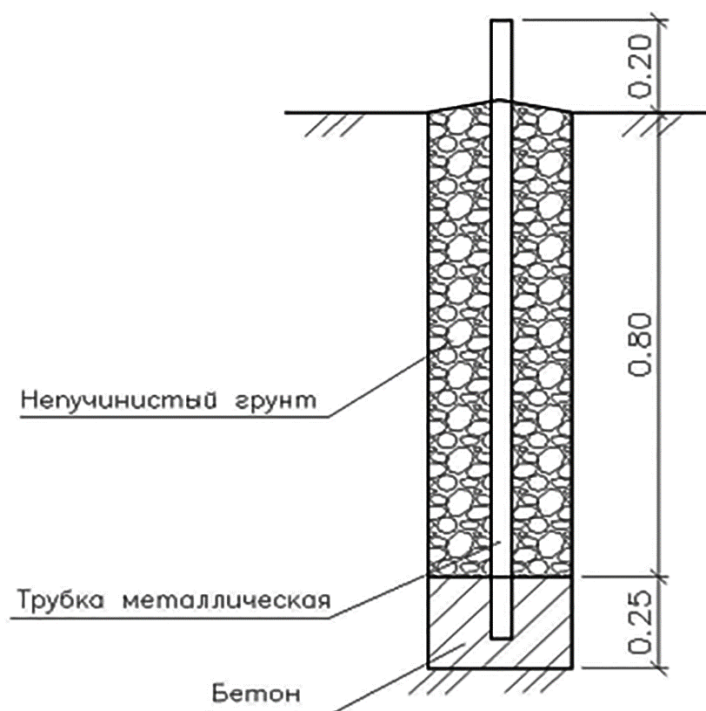


Рисунок 2 – Схема заложения долговременного пункта геодезической сети

Другим фактором оценки точности является средняя квадратическая ошибка в плане, по высоте и трехмерная, подсчитанные по внутренней сходимости (табл. 2).

Таблица 2 – Значения невязок между GPS и известными координатами

						В метрах
Наименование невязки	Номера точек съёмочного обоснования					Среднее
	1	2	3	4	5	
В плане	0,018	0,009	0,014	0,008	0,009	0,012
По высоте	−0,006	−0,018	−0,020	0,011	−0,015	0,014
Трёхмерная	0.007	0.005	0.008	0.013	0.009	0.006

Средняя квадратическая ошибка в определении координат точек сети сгущения относительно пунктов опорной геодезической сети не превышает 0,006 м при масштабе топографической съёмки 1:500. Величины средних погрешностей в положении на планах предметов и контуров местности относительно ближайших точек съёмочного обоснования в среднем составили 0,012 м; величины средних погрешностей съёмки рельефа не превышают одной трети от принятой высоты сечения рельефа (0,014 м). Оценка точности плановых и высотных точек, закрепленных на местности, относительно пунктов опорной межевой сети по результатам уравнивания, не превышает допустимых значений, приведенных в своде правил СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства» [3].

Таким образом, построенная 3D-модель местности по результатам топографической съёмки может быть использована не только для строительства сооружений инженерной защиты, но и для последующего сгущения сети.

Список источников

1. Нетребина Ю. С., Агеева А. С., Зимина Д. А. Оценка качества измерений при подготовке межевого плана // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. 2022. № 2. С. 36–41.
2. Купреева Е. Н., Колевинская В. П., Морозова А. А. Инженерно-геодезические изыскания и методы геодезических съёмок с применением GNSS-технологий // Академический журнал Западной Сибири. 2019. Т. 15. № 1 (78). С. 4–7.

3. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства // Техэксперт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456045544> (дата обращения: 06.03.2024).

References

1. Ntrebina Yu. S., Ageeva A. S., Zimina D. A. Assessment of measurement quality in the preparation of a boundary plan. *Prirodoobustroistvo i prirodopol'zovanie geolandshaftov*, 2022;2:36–41 (in Russ.).

2. Kupreeva E. N., Klevinskaya V. P., Morozova A. A. Engineering and geodetic surveys and methods of geodetic surveys using GNSS technologies. *Akademicheskii zhurnal Zapadnoi Sibiri*, 2019;15;1(78):4–7 (in Russ.).

3. Engineering surveys for construction. (2016) *SP 47.13330.2016 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/456045544> (Accessed 06 March 2024) (in Russ.).

© Колотова Ю. И., 2024

Статья поступила в редакцию 30.03.2024; одобрена после рецензирования 18.04.2024; принята к публикации 07.06.2024.

The article was submitted 30.03.2024; approved after reviewing 18.04.2024; accepted for publication 07.06.2024.