

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет среднего профессионального образования

ПЦК экономических и профессиональных дисциплин

Самостоятельная работа № 5

**по дисциплине «Основы геодезии и картографии,
топографическая графика»**

**на тему: «Использование нивелирования в инженерно-
геодезических изысканиях»**

Специальность 21.02.19 Землеустройство

очной формы обучения

Оренбург, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1.1	Что такое нивелирование.	1
1.2	Виды нивелирования	1
1.3	Способы геометрического нивелирования	1
1.4	Понятие изыскание. Состав инженерно-геодезических изысканий	1
1.5	Этапы геодезических изысканий	1
	Библиографический список	2

1.1 ЧТО ТАКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ

Нивелирование - это совокупность геодезических измерений для получения высот точек земной поверхности или превышений. При нивелировании сначала определяют превышения h одной точки над другой. Затем, обработав полученные результаты, находят высоты H этих точек, начиная от точки, высота которой известна относительно принятой уровенной (т.е. начальной) поверхности. Результаты нивелирования используются для составления топографических планов, при инженерных изысканиях, строительстве и эксплуатации различных сооружений.

Нивелирование представляет собой фундаментальный геодезический процесс, заключающийся в измерении превышений между точками земной поверхности для последующего определения их абсолютных высот относительно принятой уровенной поверхности. Этот метод является критически важным инструментом в инженерной практике, поскольку его результаты используются для создания точных топографических планов, проведения инженерных изысканий, а также для проектирования, строительства и эксплуатации любых сооружений, требующих учета вертикальных отметок [3].

Таким образом, нивелирование обеспечивает необходимую высотную основу для эффективного и безопасного освоения территории.

1.2 ВИДЫ НИВЕЛИРОВАНИЯ

В зависимости от метода определения превышения и применяемых при этом приборов различают следующие виды нивелирования:

1. Геометрическое;
2. Тригонометрическое;
3. Физическое;

4. Барометрическое.

Наибольшее распространение в геодезии получил метод геометрического нивелирования. Геометрическое нивелирование - выполняется горизонтальным визирным лучом с помощью нивелира. Превышение одной точки над другой определяется непосредственно из отсчётов, которые берутся по рейкам с помощью горизонтального луча зрения. Геометрическое нивелирование в зависимости от преследуемой цели делится на две категории.

К первой категории относится геометрическое нивелирование, которое выполняется с целью получения системы опорных высотных пунктов I, II, III и IV классов. Нивелирование первой категории называется государственным. Геометрическое нивелирование второй категории производится для нужд строительства и инженерных изысканий. Оно называется техническим нивелированием.

В результате государственного нивелирования получают сеть марок и реперов, расположенных на территории страны по определённому плану. Марки и реперы служат исходными точками для технического нивелирования. Для производства геометрического нивелирования необходимы специальные инструменты - нивелиры и нивелирные рейки [4].

Таким образом, геометрическое нивелирование формирует как высокоточную высотную основу страны (государственное нивелирование), так и обеспечивает практические нужды инженерии (техническое нивелирование), требуя для своего выполнения специализированных инструментов — нивелиров и нивелирных реек [4].

Тригонометрическое нивелирование выполняется наклонным визирным лучом с помощью теодолита (Рис. 1). Здесь превышения точек определяются путём вычислений по формулам тригонометрии, исходя из расстояния между точками и угла наклона визирного луча к горизонту. Тригонометрическое нивелирование называется также геодезическим, оно

применяется для создания высотного съемочного обоснования при составлении топографических карт [4].

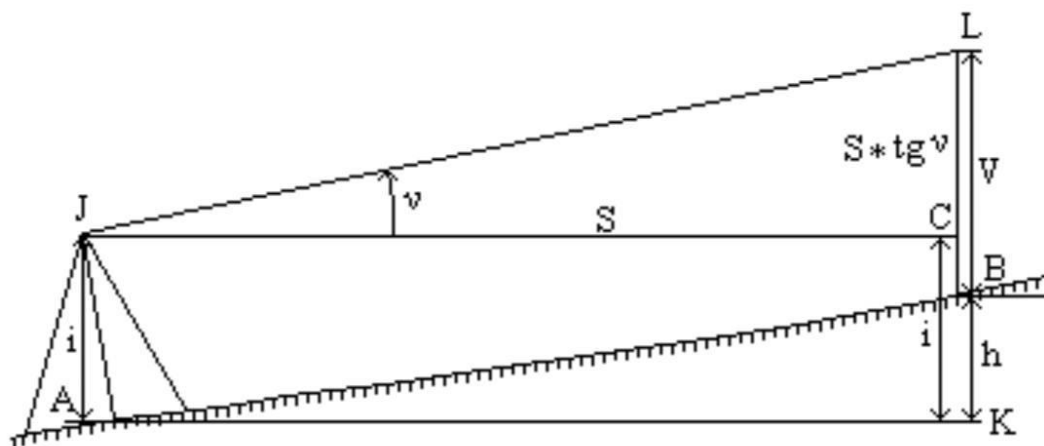


Рис.1 - Тригонометрическое нивелирование

Тригонометрическое нивелирование может производиться любым геодезическим прибором, предназначенным для измерения вертикальных углов.

Таким образом, тригонометрическое нивелирование, также известное как геодезическое нивелирование, представляет собой косвенный метод определения превышений.

При физическом нивелировании превышения точек получаются с помощью физических приборов (баронивелира, гидростата, радиовысотомера и др.). В основе гидростатического нивелирования лежит свойство свободной поверхности: жидкости в сообщающихся сосудах всегда находятся на одном уровне.

Физическое нивелирование представляет собой группу методов, в которых определение превышений (разностей высот) осуществляется с использованием специализированных физических приборов, таких как баронивелиры, гидростаты или радиовысотомеры. Особый интерес среди этих методов представляет гидростатическое нивелирование, которое базируется на фундаментальном физическом

принципе: свойстве жидкости в сообщающихся сосудах всегда устанавливаться на одном уровне. Это позволяет использовать жидкость в качестве точного горизонтального эталона для определения превышений между точками.

При барометрическом нивелировании применяется баронивелир, прибор, устройство которого основано на зависимости высоты точки и измеренного на ней атмосферного давления. Барометрическое нивелирование применялось для высотного обоснования при создании топографических карт мелкого масштаба, применяется при географических исследованиях и различного рода рекогносцировках.

Геометрическое нивелирование выполняется горизонтальным лучом с помощью геодезического прибора нивелира и реек, линейных мерах, устанавливаемых на точки отвесно. Превышение одной точки над другой определяется непосредственно из отсчётов, которые берутся по рейкам с помощью горизонтального луча зрения (визирного луча) [3].

Таким образом, геометрическое нивелирование является прямым методом, обеспечивающим высокую точность. Оно выполняется с помощью нивелира и реек, где превышение между точками определяется непосредственно по отсчётам, взятым с помощью строго горизонтального визирного луча.

1.3 СПОСОБЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

Существует два способа геометрического нивелирования: «нивелирование из середины» заключается в том, что на закрепленные точки, между которыми определяется превышение, отвесно устанавливаются рейки (Рис.2). На равном расстоянии от реек устанавливают нивелир. При

обязательном условии горизонтальности визирного луча берут отсчеты по задней рейке, а затем и по передней [1].

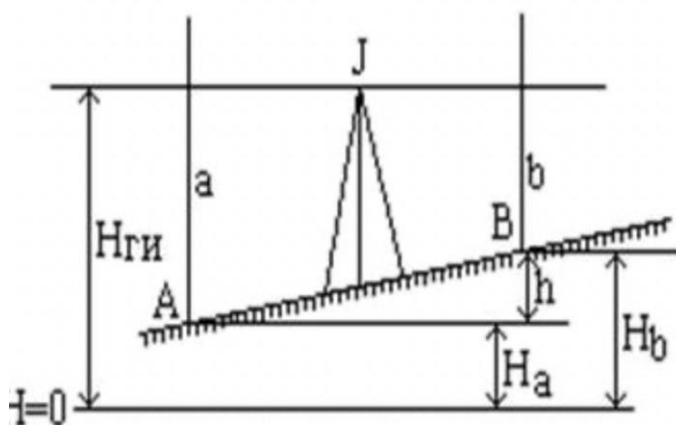


Рис. 2 – Схема «нивелирование из середины»

Из чертежа следует, что $h = a - b$, где a - отсчет по задней рейке, b - отсчет по передней рейке.

«Нивелирование вперед» заключается в том, что на одну из закрепленных точек, между которыми определяется превышение, устанавливают нивелир, а на другую рейку (рис.3). При обязательном условии горизонтальности визирного луча берут отсчет по рейке b и измеряют с помощью рулетки или рейки высоту инструмента i (высоту визирного луча над точкой A) [1].

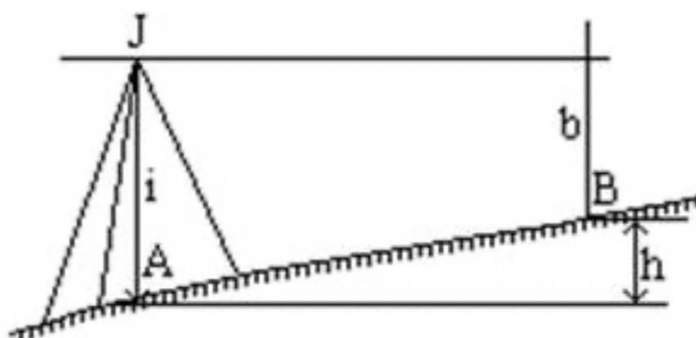


Рис.3 – Схема «Нивелирование вперед»

Из чертежа следует, что превышение $h = i - b$, где i - высота инструмента, b -отсчет по рейке

Если для определения превышения между двумя точками, требуется определение превышений между промежуточными точками (дополнительные постановки прибора), такое нивелирование называется сложным, а искомое превышение определяется, как сумма всех промежуточных превышений по рейке [1].

Если для определения превышения между двумя точками, требуется определение превышений между промежуточными точками (дополнительные постановки прибора), такое нивелирование называется сложным, а искомое превышение определяется, как сумма всех промежуточных превышений

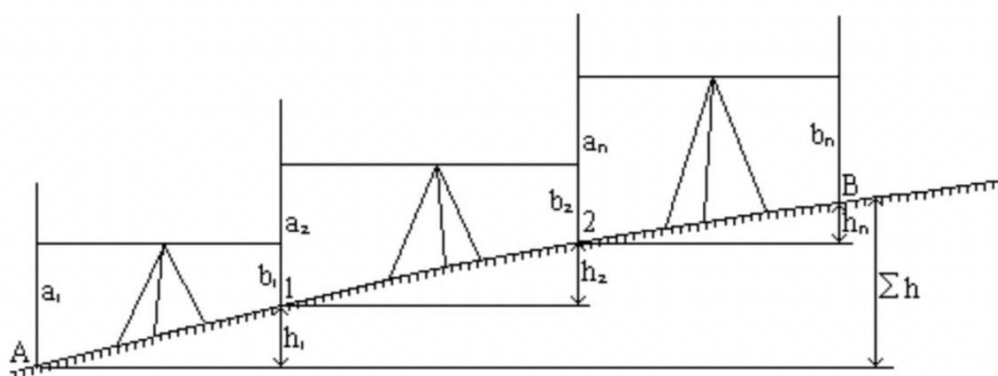


Рис. 4 – Схема «сложного нивелирования»

$$h_{AB} = \sum h = \sum a - \sum b.$$

Таким образом, геометрическое нивелирование, направленное на прямое определение превышений, реализуется двумя основными способами:

1. «Нивелирование из середины» — наиболее точный и предпочтительный способ, при котором превышение между точками вычисляется как прямая разность отсчётов по задней и передней рейкам

2. «Нивелирование вперед» — метод, используемый при невозможности установки прибора посередине, где превышение определяется как разность между высотой инструмента и отсчётом по рейке

В тех случаях, когда требуется определить превышение на значительном расстоянии, используется сложное нивелирование, при котором итоговое превышение между конечными точками находится путём суммирования всех промежуточных превышений, полученных при последовательных постановках прибора.

1.4 ПОНЯТИЕ ИЗЫСКАНИЕ. СОСТАВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Прикладная геодезия изучает методы геодезических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений, при разведке, использовании и эксплуатации природных богатств. В более узком смысле в инженерной геодезии изучаются методы топографических изысканий и вынесения в натуру проектов сооружений.

Изыскания — это комплекс проблемных, экономических и технических исследований района предполагаемого строительства, с целью получения данных, необходимых для решения основных вопросов проектирования, строительства и эксплуатации сооружений.

В состав инженерно-геодезических изысканий входят:

- сбор и анализ имеющихся на район строительства топографо-геодезических материалов прошлых лет;
- создание планово-высотных съёмочных геодезических сетей; топографические съёмки (наземные и аэрокосмические) в масштабах 1:500-1:10000, включая съёмки подземных и наземных сооружений;
- обновление топографических планов прошлых лет в масштабах 1:5001:10000;

- подготовка цифровых моделей местности;
 - трассирование линейных сооружений и закрепление трассы и ее сооружений на местности;
 - привязка инженерно-геологических выработок, геофизических точек;
 - геодезические работы при производстве гидрометеорологических изысканий;
 - геодезические работы для изучения опасных геологических процессов
(например, оползни, карсты, осыпи, переработка берегов водохранилищ);
 - геодезические работы для проектирования реконструкции и технического перевооружения существующих предприятий, зданий и сооружений, включая съемки наземных и подземных сооружений, съемки существующих автомобильных дорог, гидромелиоративных систем и т. д.;
- оформление и тиражирование материалов инженерно-геодезических изысканий [2].

Таким образом, прикладная геодезия (инженерная геодезия) является критически важной дисциплиной, обеспечивающей геодезическое сопровождение всего жизненного цикла объектов — от изысканий до эксплуатации. Прикладная геодезия охватывает широкий спектр геодезических работ, необходимых для изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации сооружений, а также для использования природных ресурсов. В рамках инженерно-геодезических изысканий выполняется комплексная работа, направленная на сбор и анализ данных для проектирования.

Основные задачи инженерно-геодезических изысканий включают:

1. Создание основы: Сбор архивных данных и формирование новых планово-высотных съемочных сетей.

2. Съемка и моделирование: Проведение топографических съемок различных масштабов (включая подземные и наземные сооружения), обновление существующих планов и подготовка цифровых моделей местности (ЦММ).

3. Специализированные работы: Трассирование и закрепление линейных сооружений, привязка инженерно-геологических и геофизических точек, а также сопровождение исследований опасных геологических процессов (оползни, карсты).

Инженерно-геодезические изыскания формируют точную пространственную информационную базу, необходимую для принятия обоснованных проектных и строительных решений.

1.5 ЭТАПЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Основные геодезические изыскания зависят от этапов строительства зданий и сооружений по схеме:

Инженерно-геодезическое проектирование - геодезическая подготовка проекта для выноса его в натуру в плане и по высоте, решение задач вертикальной планировки, проект производства геодезических работ (ППГР).

Разбивочные работы - разбивочные сети, основные разбивочные работы, детальная разбивка сооружений по этапам строительства.

Выверка конструкций и технологического оборудования - в плане, по высоте, по вертикали.

Наблюдение за деформациями - оседание оснований и фундаментов, горизонтальное смещение, крен сооружений башенного типа и др.

Для выявления общих перспектив строительства в намеченном районе проводят проблемные изыскания для составления технико-экономического доклада о перспективах развития данного района (ТЭД) и технико-экономических обоснований строительства отдельных объектов (ТЭО). Состав, объемы и точности геодезических работ при строительстве

инженерных объектов должны обеспечивать соответствие их геометрических параметров содержанию проектной документации, требованиям строительных норм и государственных стандартов.

Геодезические изыскания выполняют в соответствии с техническим заданием, в котором отражают общую характеристику объекта; стадии его проектирования; данные о местоположении и границах участков работ; сведения о видах и объемах геодезических и топографических работ; данные о площадях и масштабах съемок, высотах сечения рельефа по отдельным участкам; указания об очередности производства работ и сроках выдачи материалов; особые требования к выполнению работ [5].

Таким образом, геодезическое сопровождение является неотъемлемой частью всего строительного процесса, структурируя свою деятельность в строгом соответствии с этапами возведения зданий и сооружений.

Основные геодезические работы в строительстве охватывают полный цикл проекта и делятся на четыре ключевых этапа:

1. Инженерно-геодезическое проектирование: Подготовительный этап, включающий геодезическую подготовку проекта, решение задач вертикальной планировки и разработку Плана производства геодезических работ (ППГР).

2. Разбивочные работы: Этап непосредственного выноса проекта в натуру, включающий создание разбивочных сетей, выполнение основных и детальных разбивок конструкций.

3. Выверка конструкций и технологического оборудования: контрольный этап, обеспечивающий соответствие геометрических параметров возводимых элементов проектным данным (контроль в плане, по высоте и по вертикали).

4. Наблюдение за деформациями: мониторинговый этап, направленный на изучение стабильности сооружения в процессе строительства и эксплуатации (оседание, смещение, крен).

При этом состав, объемы и точность всех геодезических работ жестко регламентируются Техническим заданием, а также должны обеспечивать полное соответствие геометрических параметров построенного объекта проектной документации, строительным нормам и государственным стандартам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт образовательной онлайн – платформы «ИНФОУРОК» учебник [Электронный ресурс] / URL: <https://infourok.ru/lekciya-na-temu-naznachenie-i-vidy-nivelirovaniya-5200995.html> (дата обращения 05.11.2025)
2. Булгаков Н.П., Рывина Е.М., Федотов Г.А. Прикладная геодезия: учебник для вузов / Н. П. Булгаков, Е. М. Рывина, Г. А. Федотов. - Москва : Издательство Юрайт, 1990. - 416 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18362-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568897> (дата обращения 05.11.2025)
3. Официальный сайт образовательной онлайн – платформы «Википендия» учебник [Электронный ресурс] / URL: ru.wikipedia.org*maps.southklad.ru (дата обращения 05.11.2025)
4. Официальный сайт образовательной онлайн – платформы «studfile» учебник [Электронный ресурс] / URL: <https://studfile.net/preview/7110273/page:2/> (дата обращения 05.11.2025)
5. Макаров К. Н. Инженерная геодезия : учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2018. -348 с. (Профессиональное образование). – ISBN: 978-5-534-02424-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568897>(дата обращения 05.11.2025)

