



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра маркшейдерского дела и геодезии

Рыжков Александр Эдуардович

Комплексные инженерно-геодезические изыскания при строительстве жилого
комплекса “ELEMENT”

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071100 – геодезия и картография

Алматы 2020



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра маркшейдерского дела и геодезии

ДОПУШЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой маркшейдерское
дело и геодезия, доктор PhD
Имансакипова Б.Б. *Имансакипова*
« ____ » _____ 20__ г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Комплексные инженерно-геодезические изыскания при строительстве
жилого комплекса “ELEMENT”»

по специальности 5В071100 – Геодезия и картография

Выполнил

Рыжков Александр Эдуардович

Научный руководитель

Кыргизбаева Г.М.
к.т.н., Асоц. Профессор
«15» 05 2020г.

Алматы 2020



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра маркшейдерского дела и геодезии
Специальность 5В071100 – геодезия и картография

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой маркшейдер-
ское

дело и геодезия, доктор PhD

Имансакипова Б.Б. *Имансакипова*

« _____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Рыжкову Александру Эдуардовичу

Тема: «Комплексные инженерно-геодезические изыскания при строительстве жилого комплекса “ELEMENT”»

Утверждена приказом Ректора Университета №762-п от «27»01 2020г.

Срок сдачи законченной работы «15» мая 2020г.

Исходные данные к дипломной работе:

Краткое содержание дипломной работы: в дипломной работе был рассмотрен состав инженерно-геодезических изысканий на строительной площадке. Описаны методы и способы их выполнения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): *представлены _____ слайдов презентации работы*

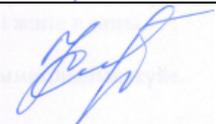
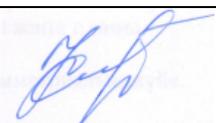
Рекомендуемая основная литература: *из 10 наименований 3*

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечания
Геодезия в строительстве	20.01.2020-15.02.2020	
Современные геодезические приборы и программное обеспечение применяемые для инженерных задач	17.02.2020-25.04.2020	
Геодезические работы и методы выполняемые на строительной площадке	20.01.2020-15.02.2020	
Геодезическая исполнительная съёмка в процессе строительства	17.02.2020-25.04.2020	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геодезия в строительстве	Кыргызбаева Г.М. к.т.н., ассоц. профессор	15.05.20	
Современные геодезические приборы и программное обеспечение применяемые для инженерных задач	Кыргызбаева Г.М. к.т.н., ассоц. профессор	15.05.20	
Геодезические работы и методы выполняемые на строительной площадке	Кыргызбаева Г.М. к.т.н., ассоц. профессор	15.05.20	
Геодезическая исполнительная съёмка в процессе строительства	Кыргызбаева Г.М. к.т.н., ассоц. профессор	15.05.20	
Нормоконтролер	Нукарбекова Ж.М.	20.05.20	

Научный руководитель _____  _____ Кыргызбаева Г.М.

Задание принял к исполнению обучающийся _____  _____ Рыжков А.Э.

Дата «10» _____ 11 _____ 2019г.

Андатпа

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты құрылыс алаңында инженерлік-геодезиялық ізденістерді орындаудың заманауи әдістері мен тәсілдерін зерттеу болып табылады. Инженерлік-геодезиялық іздестірулер инженерлік құрылыстарды жобалау және салу кезінде қажетті материалдарды алу үшін геодезиялық және топографиялық жұмыстар кешенін білдіреді.

Инженерлік-геодезиялық іздестірулерді жүргізу әдістері туралы түсінік алу үшін "ELEMENT" тұрғын үй кешенінің қолданыстағы құрылыс объектісінде оларды орындау процесіне қатысты.

Қазіргі заманғы құрылысты жүзеге асыру инженерлік-геодезиялық іздестірулерді орындау кезінде дәлдік пен сапаны талап етеді, миллиметр бірлігі мен үлесімен көрінетін жобадан ауытқуға жол береді. Құрылыс және монтаж алаңдарында геодезиялық жұмыстарды ұйымдастыру тән ерекшелікке ие. Олардың орындалу жылдамдығына құрылыс жұмыстарының жеделдігі, ал кейде объектілерді пайдалануға уақтылы енгізу тәуелді.

Аннотация

Целевое назначение данной дипломной работы является изучение современных методов и способов выполнения инженерно-геодезических изысканий на строительной площадке. Инженерно-геодезические изыскания представляют собой комплекс геодезических и топографических работ для получения материалов, необходимых при проектировании и строительстве инженерных сооружений.

Для того чтобы получить представления о методиках проведения инженерно-геодезических изысканий принималось участие в процессе их выполнения на действующем строительном объекте жилого комплекса “ELEMENT”.

Осуществление современного строительства требует точности и качества при выполнении инженерно-геодезических изысканий, допуская отклонения от проекта, выражающиеся единицами и долями миллиметров. Организация геодезических работ на строительных и монтажных площадках обладает характерной особенностью. От оперативности их выполнения зависит оперативность самих строительных работ, а иногда и своевременный ввод объектов в эксплуатацию.

Abstract

The purpose of this thesis is to study modern methods and methods of performing engineering and geodetic surveys on a construction site. Engineering and geodetic surveys are a complex of geodetic and topographical works for obtaining materials necessary for the design and construction of engineering structures.

In order to get an idea about the methods of engineering and geodetic surveys, we participated in the process of their implementation at the current construction site of the residential complex "ELEMENT".

The implementation of modern construction requires accuracy and quality in the performance of engineering and geodetic surveys, allowing deviations from the project, expressed in units and fractions of millimeters. The organization of geodetic works on construction and installation sites has a characteristic feature. The speed of their implementation depends on the efficiency of the construction works themselves, and sometimes the timely commissioning of objects.

Содержание

Введение	8
1 Геодезия в строительстве	9
1.1 Общие сведения об объекте строительства	9
1.2 Инженерно-геодезические изыскания	11
1.2.1 Инженерные работы по строительству зданий на территории	12
2 Современные геодезические приборы и программное обеспечение применяемые для решения инженерных задач	18
2.1 Электронный тахеометр TS06plus	18
2.2 Нивелир NA720	20
2.3 Программное обеспечение AutoCAD	21
2.3.1 Программное обеспечение LeicaGeoOffice	22
2.3.1.1 Модуль обработки данных TPS измерений	22
2.3.1.2 Модуль обработки данных GNSS измерений	23
2.3.1.3 Триангуляционные модели и вычисление объемов	24
2.4 Программное обеспечение. Civil3D	25
3 Геодезические работы и методы, выполняемые на строительной площадке	29
3.1 Геодезические работы и методы, выполняемые при устройстве котлованов	30
3.2 Вынесение отметок на дно котлована	32
3.3 Перенос проектной высоты на монтажную высоту сооружения	32
4 Геодезическая исполнительная съёмка в процессе строительства	34
4.1 Топографическая съёмка масштаба 1:500	35
4.2 Составление технического отчёта по выполненным геодезическим работам	36
Заключение	38

ВВЕДЕНИЕ

Качество строительства современными индустриальными методами, долговечность сооружений эффективность эксплуатации во многом зависит от инженерно-геодезических изысканий. Возрастающие размеры сооружений, неуклонное ужесточение требований к точности соблюдения их геометрических параметров, превращение строительного производства в комплексно-механизированный процесс вызвали необходимость усовершенствования существующих и разработке новых высокоточных методов и средств инженерно-геодезических измерений. Точность геодезического обеспечения строительства хаосе снижается точностью 1 мм. Специфика строительства уникальных инженерных сооружений требует повышения на порядок точность измерений, максимальной автоматизации геодезических работ [1].

Объем геодезических изысканий при строительстве и эксплуатации гигантских сооружений увеличивается по много раз, а требования к точности характеризуются десятными долями миллиметра.

В настоящее время современные методы и средства, применяемые при проведении инженерно-геодезических изысканий, обеспечивают необходимую точность для строительства большинства крупных инженерных сооружений.

1 Геодезия в строительстве

Геодезические работы в строительстве предполагают совокупность вычислений, измерений и построений в чертежах и на местности, дающих правильное и точное расположение зданий и сооружений, а также построение их конструкций и планировочных частей согласно с геометрическими характеристиками, указанными в проекте и требованиями нормативной документации. Такая форма организации работ целесообразна при строительстве крупных и сложных инженерных сооружений, промышленных предприятий, городов.

Главной целью производства этих работ является обеспечение предусмотренных проектом геометрических параметров объектов строительства, определяющих технико-экономическую эффективность строительного производства [2]. Для того чтобы достигнуть цели по организации производства геодезических работ, необходимо принимать во внимание технологические особенности их проведения в рамках современной строительной площадки. Другими словами, организация производства геодезических работ должна базироваться на принципах организации и технологии строительного производства.

При строительстве организация геодезических работ выполняется полностью силами субподрядной геодезической организации или силами специально созданной на строительстве геодезической группы. В организацию геодезических работ в строительстве входит совокупность очень важных мероприятий, от которых напрямую зависит успех всего строительного процесса. Качество выполняемых работ на строительной площадке существенно зависит от применения передовых высокотехнологических электронных и оптических устройств. В организацию геодезических работ в строительстве также входит составление, ведение и оформление исполнительной документации.

В зависимости от размеров участка, предназначенного для строительства промышленного предприятия, определяют состав геодезических работ.

1.1 Общие сведения об объекте строительства

Объект строительства жилой комплекс Element изображенный на рисунке 1 имеет следующие основные технико-экономические показатели (мощность, производительность, производственная площадь, протяженность, вместимость, объём, пропускная способность, провозная способность, число рабочих мест и т.п.) указанные в таблице 1:

Таблица 1 – Технико-экономические показатели объекта

Показатель	Единица измерения	По проекту	Фактически
Общая площадь	м ²	7554,6	8297,2
Число этажей	этаж	12	12
Общий строительный объём	м ³	32234,1	36130
В том числе подземной части	м ³	3040,0	3150,1
Площадь встроенных, встроенно-пристроенных и пристроенных помещений	м ²	602,3	598,0

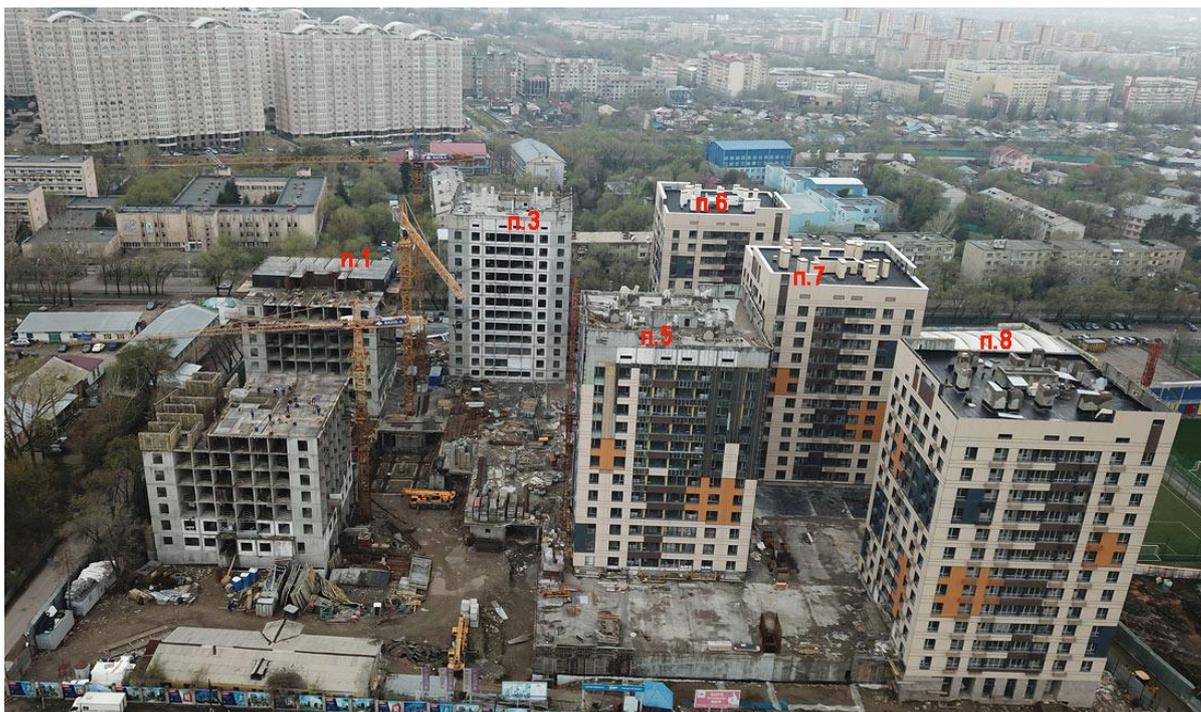


Рисунок 1 – Процесс строительства жилого комплекса “Element”

Жилой комплекс включает в себя 8 зданий согласно генеральному плану объекта, представленному на рисунке 2. Технологические и архитектурно-строительные решения по объекту характеризуется следующими данными:

Жилой дом – односекционный, 12-ти этажный, с цокольным и подвальными этажами. В качестве вертикальных связей между этажами жилого здания предусмотрены лестничные клетки и два лифта. Квартиры по классификации жилых зданий относятся к IV классу. Фундаменты – монолитные железобетонные плиты. Конструктивная схема решена в виде перекрестно-стеновой системы с монолитными железобетонными перекрытиями. Наружные стены – система навесного вентилируемого фасада с кладкой по теплоблоку и монолитные железобетонные стены. Перекрытия – монолитные железобетонные плиты. Лестницы – сборные железобетонные, монолитные по металлическим косоурам.



Рисунок 2 – Генеральный план объекта строительства

1.2 Инженерно-геодезические изыскания

Инженерно-геодезические изыскания предполагают выполнение определённых геодезических и топографических работ для получения необходимых материалов при проектировании и строительстве зданий и инженерных сооружений. Классификация геодезических и топографических работ, входящих в состав инженерно-геодезических изысканий включает в себя 6 этапов:

- сбор материалов топографической и геодезической изученности;
- основные геодезические работы;
- специальные съёмочные и разбивочные работы;
- построение съёмочной сети;
- топографические съёмки
- отчётные материалы

В состав инженерно-геодезическим изысканий входит:

- исследование топографических условий региона будущего строительства;

- анализ и сбор материалов ранее проведённых работ: полигонометрии, триангуляций, съёмочных и нивелирных сетей, топографических съёмок;
- создание новых плановых и высотных геодезических сетей;
- создание съёмочного обоснования;
- топографические съёмки;
- трассировочные работы;
- различные разбивочные работы и съёмочные работы при иных видах изысканий.

По каждому объекту строительства составляют программу инженерно-геодезических изысканий, в которой, кроме сведений о топографо-геодезической изученности территории, должно быть дано обоснование предполагаемых видов геодезических и топографических работ, дан проект основных геодезических работ с расчетом точности, рекомендована методика измерений, инструменты и очередность работ. К программе прилагаются схемы и картограммы, дающие возможность установить местоположение объекта и основное содержание, и объем топографо-геодезических работ [3].

1.2.1 Инженерные исследовательские работы для строительства

Опорные геодезические сети на участке строительства создаются во время выполнения инженерно-геодезических изысканий и служат основой для топографических съёмок крупных масштабов, а также для проведения разбивочных работ и исполнительных съёмок завершённых строительных объектов.

От площади участка съёмочных работ зависит выбор класса и разряда геодезического обоснования на объекте строительства (таблица 2).

Крупные размеры современных промышленных зданий и сооружений требуют построения локальных опорных сетей, называемых еще каркасными сетями.

Таблица 2 – Площадь участка съёмки

Площадь участка, км ²	Опорные сети (триангуляция, трилатерация, полигонометрия)		Съёмочные сети
	класс	разряд	
50-200	3; 4	1;2	Теодолитные ходы и техническое нивелирование, а также заменяющие их триангуляция и засечки
25-50	4	1;2	
10-25	4	1;2	
5-10	-	1 или 2	
1-5	-	2	

Критериями качества полигонометрических, триангуляционных и съёмочных сетей считаются невязки в треугольниках и ходах, на основе которых в последующем подсчитываются средние квадратические ошибки углов, относительные ошибки определяемых сторон (таблица 3, 4).

В отличие от пунктов опорных сетей для пунктов съёмочных сетей устанавливаются требования к абсолютным погрешностям в положении пунктов: средняя ошибка в положении пунктов плановой съёмочной сети относительно пунктов опорной сети должна быть меньше 0.1 мм для застроенной территории и более открытой местности, для закрытой территории это значение не должно превышать 0,15мм. Значение данных величин установлено нормативной документацией и должно строго соблюдаться.

Таблица 3 – Технические характеристики триангуляции

Классификация сети	Триангуляция			
	Средняя квадратическая ошибка измерения угла	Допустимая невязка	Относительная ошибка стороны	
			исходной	наиболее слабой
4 класс	2"	8"	1:200 000	1: 70 000
1 разряд	5"	20"	1: 50 000	1:20 000
2 разряд	10"	40"	1: 20 000	1:10 000
Съёмочная сеть	30"	1,5'	1: 5000	1:2000

Таблица 4 – Технические характеристики полигонометрии

Классификация сети	Полигонометрия, теодолитные ходы		
	Средняя квадратическая ошибка угла	Допустимая угловая невязка	Предельная относительная невязка в ходах
4 класс	3"	5" n	1: 25 000
1 разряд	5"	10" n	1:10 000
2 разряд	10"	20" n	1: 5000
Теодолитный ход	30"	1' n	1:2000

В разбивочных триангуляционных сетях, предназначенных для наблюдений за смещениями сооружений, вопрос о количестве и расположении пунктов решается индивидуально, с учетом расположения осей, точек разбиваемого или исследуемого инженерного сооружения. Пункты располагают по возможности ближе к сооружению, но так, чтобы долговременная устойчивость в положении пунктов не нарушалась в будущем.

Полигонометрия широко применяется в практике геодезических построений. Основное ее назначение – создание и сгущение геодезических сетей, но как метод полигонометрия применяется для решения специальных задач в прикладной геодезии. Наиболее общей является система полигонометрических ходов с узловыми точками. Частным случаем этой системы является одиночный ход.

Высотной геодезической основой на территории строительства являются реперы нивелирования I, II, III и IV классов, а также техническое нивелирование. Нивелирные сети II класса строят в виде замкнутых полигонов на территориях площадью более 5000 га.

На территории площадью от 5000 до 2500 га высотное обоснование строится в виде сетей III и IV классов. При необходимости нивелирную сеть IV класса сгущают ходами технического нивелирования.

При разбивке на местности промышленных зданий и сооружений выполняются геодезические разбивочные работы. Геодезические работы делятся на детальные и основные.

Цель детальных геодезических работ заключается в определении в натуре положения детальных осей относительно положения главных или основных. Целью основных геодезических разбивочных работ является определение на местности месторасположения основных или главных осей.

Общий принцип выноса проекта промышленных объектов, зданий и сооружений на местность следующий: сперва создается геодезическое обоснование, затем от пунктов геодезического обоснования выносятся основные и главные оси: после чего от основных осей выносятся на местность детальные оси колонн каркаса, по которым в свою очередь возводится объект, т.е. проводится установка фундаментов, колонн.

Геодезическая разбивочная основа для строительства формируется в виде сети закрепленных знаками пунктов. Разбивочная основа формируется с привязкой к уже имеющимся в районе строительства пунктам государственной геодезической сети или же сети сгущения 1 и 2 разрядов, а также пунктам ранее проведенных инженерно-геодезических изысканий.

Разбивочная основа создается в соответствии с проектом геодезических работ, составленным на основе генерального плана.

При проектировании плановой разбивочной основы устанавливают единую условную систему координат на всю территорию строительства. Проект разбивочной основы составляют в масштабе генерального плана стройплощадки. Графическая часть проекта содержит схему расположения пунктов разбивочной сети и их привязки, и чертежи типовых геодезических знаков.

В таблице 5 указана точность построения разбивочной основы. Плановую разбивочную основу создают в виде:

- строительной сетки - системы квадратов или прямоугольников, покрывающих всю строительную площадку, со сторонами 50-400 метров, продольных и поперечных осей, определяющих положение на местности основных зданий и сооружений и их габариты;

- красных линий (или других линий регулирования застройки), строительных продольных и поперечных осей, определяющих положение на местности и габариты здания (для строительства отдельных зданий в городах, поселках);

- полигонометрии или теодолитных ходов вдоль трассы и осей сооружений для строительства дорог и других линейных сооружений.

Таблица 5 – Точность построения разбивочной основы

Объекты строительства	Средние квадратические погрешности построения разбивочной сети		
	Угловые измерения	Линейные измерения	Определение превышения на 1 км хода
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью более 1 км ² ; отдельно стоящие здания площадью застройки более 100 тыс. м ²	3	1/ 25 000	4
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью менее 1 км ² ; отдельно стоящие здания с площадью застройки от 10 до 100 тыс. м ²	5	1/ 10 000	6
Отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки менее 10 тыс. м ² ; дороги, инженерные сети в пределах застраиваемых территории	10	1/ 5 000	10
Дороги, инженерные сети вне застраиваемых территорий; земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	30	1/ 2000	15

Плановая разбивочная основа на строительной площадке может создаваться также методами триангуляции, трилатерации, полигонометрии, геодезических засечек. При строительстве городских зданий применяют полигонометрические ходы.

Опорой для определения местоположения точек и линий здания могут служить: геодезические опорные пункты; строительная сетка; красная линия застройки; предметы местности.

Основным методом создания плановой разбивочной основы в промышленном строительстве является строительная сетка. Она представляет собой сетку квадратов или прямоугольников, покрывающих всю строительную площадку (рис. 3).

В зависимости от характера строящихся объектов длина стороны квадратов строительной сетки варьируется от 20 до 200 м.

Для удобства пользования строительная сетка создается в условной системе координат. Начало системы координат выбирают так, чтобы все пункты имели положительные координаты, для этого начало координат совмещают с пунктом, расположенным в юго-западной вершине строительной сетки. Ось абсцисс обычно условно обозначают буквой А, а ось ординат – буквой В. В со-

ответствии с этим линиям строительной сетки присваивают порядковую нумерацию (1А, 2А, ..., 1В, 2В, ...) [4]. При проектировании строительной сетки необходимо учитывать следующие требования:

- пункты сетки не должны попадать на будущее здание, дороги и т.п.;
- между смежными пунктами должна быть прямая видимость;
- стороны прямоугольников должны быть кратны 50 м;
- крайние пункты сетки должны несколько выходить за территорию объекта, что обеспечит большую их сохранность;
- расположение пунктов должно позволять производить работы по выносу точек основных осей зданий.

Направление главных осей строительной сетки совмещают с направлениями осей абсцисс и ординат.

Предварительная разбивка строительной сетки начинается с выноса и закрепления на местности пунктов, лежащих на одной из ее сторон.

Вынос в натуру строительной сетки осуществляется от пунктов опорной геодезической сети. Каждую точку выносят независимо. Для закрепления основной оси сетки на местность выносят от ближайших пунктов главной геодезической основы три точки, лежащие в створе основной оси сетки. Выносят их полярным способом электронным тахеометром. Одну из них принимают за исходную. На ней разбивают под прямым углом к первой стороне вторую. Линейными промерами определяют точки, лежащие в створе.

Все вынесенные в натуру пункты сетки как основные, так и дополнительные закрепляют временными знаками. Это деревянные колья около 0.75 м длиной с прибитой гвоздиком к его торцу фанерной доской размерами 30 на 30 см. На доске прочерчивают взаимно перпендикулярные линии, совпадающие с направлениями сторон строительной сетки. В пересечении этих линий на доске забивают гвоздик, отмечающей центр пункта сетки.

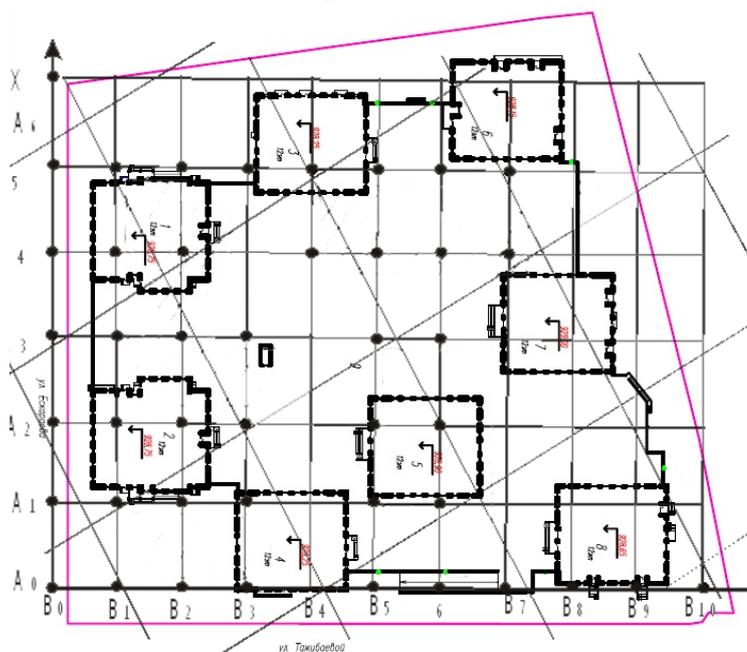


Рисунок 3 – Строительная сетка жилого комплекса “Element”

Для предварительной разбивки применяют обычную мерную ленту и теодолит 2Т-30 или электронный тахеометр.

Вынесенную в натуру строительную сетку необходимо редуцировать, т.е. определить координаты всех точек строительной сетки. Проведение координирования точек строительной сетки можно выполнить, прокладывая полигонометрические ходы по всем пунктам строительной сетки, чтобы они образовывали систему замкнутых полигонов.

Полученные координаты сравниваем с проектными. Определяют величины редуций, на которые следует сместить каждый пункт сетки. Сообразуясь с генеральным планом, выделяем те пункты, которые будут неизбежно уничтожены в процессе строительства, остальные пункты закрепляем постоянными знаками, конструкция которых обеспечит их длительную сохранность.

Для обеспечения необходимой точности основных разбивочных работ в современном массовом строительстве ошибки взаимного положения пунктов разбивочной сети в виде строительной сетки не должны превышать 10 мм. При длине стороны строительной сетки 200 м это составит относительную ошибку 1: 20 000.

Необходимая точность (относительные предельные погрешности) построения опорной разбивочной сети приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Точность построения опорной разбивочной сети

Наибольшие размеры зданий и сооружений	Коэффициент точности			
	0.16	0.4	1.0	2.5
	Класс точности			
	1	2	3	4
72	1\21130	1\8400	1\3370	1\1120
144	1\26530	1\10600	1\4250	1\1690
216	1\28470	1\12130	1\4850	1\1940
288	1\33370	1\13350	1\5340	1\2130

Однако в каждом конкретном случае при проектировании геодезических работ по созданию разбивочных сетей необходимо учитывать характер строительства, условия строительной площадки и другие факторы, влияющие на точность геодезических работ. Следует иметь в виду, что недостаточная точность разбивочной основы может нарушить технологические связи возводимого сооружения, а завышенная точность измерений потребует ненужных дополнительных затрат на производство геодезических работ [5].

2 Современные геодезические приборы и программное обеспечение, применяемые для решения инженерных задач

При производстве большинства геодезических работ, как правило, требуется выполнять как угловые, так и линейные измерения, для чего используются тахеометры.

В современные тахеометры встраивают мощные компьютеры для обработки результатов измерений и решения типовых геодезических задач.

Электронный тахеометр имеет зрительную трубу, блок измерения расстояний (светодальномер), блок измерения углов (цифровой теодолит) и специализированный вычислитель, в который встроены программы для решения непосредственно на месте типовых геодезических задач.

Встроенное программное обеспечение электронных тахеометров позволяет решать следующие геодезические задачи:

- определять горизонтальное проложение и превышение;
- решать прямую и обратную геодезические задачи;
- выполнять контроль замыкания ходов;
- вычислять превышения и расстояния между недоступными точками, определять высоту объектов, на которые невозможно установить отражатель, например, линии электропередачи, высотные здания, стены и т.д.;
- выполнять расчет площади и периметра снимаемого участка;
- помещать в отдельный список для последующего быстрого поиска выносимые в натуру точки;
- осуществлять вынос в натуру точек по углу и расстоянию, по координатам, по створу между двумя точками на задаваемую вертикальную или наклонную плоскость [6].

Нивелир – геодезический инструмент, предназначенный для определения разности высот между точками т.е. определение превышений.

Из всех видов нивелирования наиболее распространенным в геодезической практике является геометрическое. Для выполнения геометрического нивелирования применяются высокоточные, точные и технические нивелиры.

Созданные специально для инженерных и строительных работ нивелиры имеют небольшой вес для удобной транспортировки и полностью защищенную от воды зрительную трубу, что позволяет использовать их при любых погодных условиях.

2.1 Электронный тахеометр Leica TS06plus

Тахеометр Leica TS06plus (рис. 4) обеспечивает точные измерения благодаря выбору настроек электронных дистанционных измерений (EDM). Тахеометр даёт необходимую точность измерения углов заложенную производителем. Отличается легким и интеллектуально понятным управлением, а также эргономичное расположение клавиш и большой дисплей обеспечивают безошибоч-

бочный ввод данных и упрощают работу с прибором. Тахеометр TS06plus оснащен функцией “Bluetooth”, которая обеспечивает связь с любым устройством сбора данных через беспроводное соединение. Кроме того тахеометр оборудован USB портом обеспечивающим передачу файлов данных в различных форматах(GSI, ASCII, DXF, CSV и другие.). Внутренняя память прибора рассчитана на хранение 100000 точек и 60000 измерений. В этом тахеометре используются литий-ионные аккумуляторы, которые обеспечивают быструю зарядку, длительный срок службы и непрерывное время работы 30 часов. Вес TS06plus составляет 5,1 кг, включая аккумулятор и трегер. Легкий и прочный контейнер защищает прибор от пыли и влаги. Более подробные технические характеристики указаны в таблице 7.



Рисунок 4 – Электронный тахеометр TS06plus

Таблица 7 – Технические характеристики тахеометра Leica TS06plus

Точность угловых измерений	1", 2", 3", 5"
Компенсатор	Двухосевой, диапазон работы $\pm 4'$
Дальность измерения на одну призму	1,3 - 3500 м
Точность линейных измерений на одну призму	$\pm 1,5 \text{ мм} + 2 \text{ мм/км}$
Дальность измерения на отражающую пленку	1,3 - 400 м
Точность линейных измерений на от-	$\pm 1,5 \text{ мм} + 2 \text{ мм/км}$

ражающую пленку	
Дальность измерений без отражателя, R500	0,3 - 500 м
Дальность измерений без отражателя, R1000	0,3 - 1000 м
Точность линейных измерений без отражателя	± 2 мм + 2 мм/км
Увеличение зрительной трубы	30x
Клавиатура	22 клавиши + джойстик + боковая клавиша
Дисплей	LCD
Подсветка	Дисплей, сетка нитей, клавиатура
Внутренняя память	100 000 точек
Карта памяти	USB флэш карта
Порты передачи данных	RS-232C, USB, Bluetooth
Время работы	До 20 часов от одного аккумулятора
Время заряда одного аккумулятора	До 4 часов
Вес прибора	5,2 кг
Температурный диапазон работы (Arctic)	От -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$ (от -35°C до $+50^{\circ}\text{C}$)
Защита от пыли и влаги	IP55
Гарантийный срок	1 год

2.2 Нивелир Leica NA720

Нивелир Leica NA720 (рис. 5) успешно применяется в строительстве, так как его преимуществами является повышенная прочность и точность при эксплуатации в тяжелых условиях. Быстрое наведение на цель (рейку) обеспечивается за счет одной из лучших оптик, позволяющая измерять расстояния в условиях плохой видимости. Повышенная надежность нивелира NA720 обусловлена наличием высококлассной защиты от пыли и водонепроницаемостью. Газонаполненный телескоп и герметичный корпус обеспечивают защиту от опасностей в случае падения инструмента в воду. Подробные технические характеристики указаны в таблице 8.



Рисунок 5 – Нивелир LeicaNA720

Таблица 8 – Технические характеристики нивелира Leica NA720

СКО на 1 км двойного хода	±2.5 мм
Увеличение зрительной трубы	20х
Изображение	прямое
Минимальное расстояние фокусирования	0.5м
Тип компенсатора	магнитный
Диапазон работы компенсатора	±15'
Вес	1.6 кг
Размеры	190 мм x 120 мм x 120 мм
Рабочая температура	от -20°C до +50°C
Стойкость к проникновению воды и пыли	IP57

2.2 Программное обеспечение AutoCAD

AutoCAD — программное обеспечение предназначенное для проектирования, разработанное крупной компанией Autodesk. Программа была представлена компанией Autodesk в 1982 году. На сегодняшний день AutoCAD успешно применяется во многих промышленных направлениях, таких как архитектура, строительство и другие. Данная программа адаптирована для удобного пользования на 18 различных языках. Русскоязычная версия программы AutoCAD адаптирована полностью, а именно интерфейс (рис. 6) , документации, командные строки. Однако руководство пользования не локализовано.

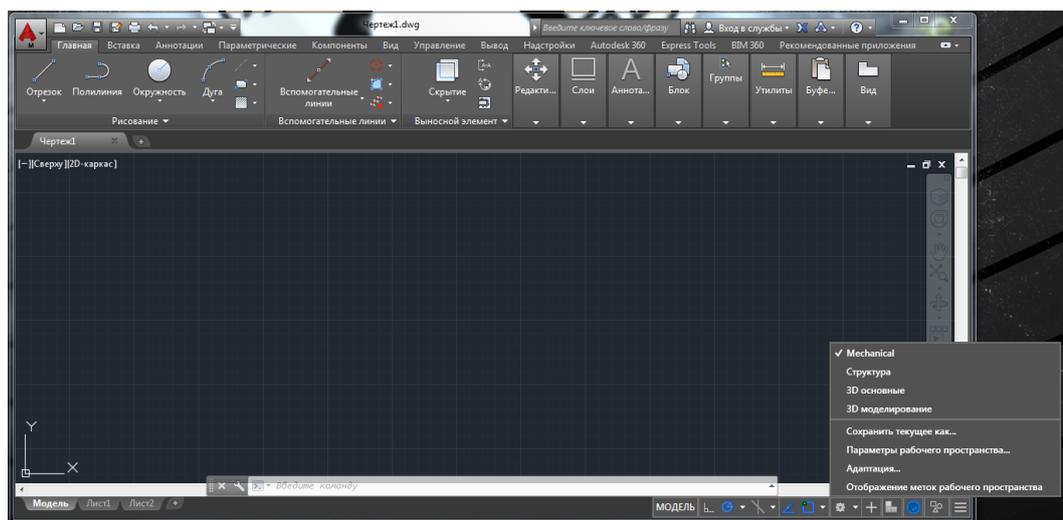


Рисунок 6 – Классический интерфейс программы AutoCAD

Первые версии AutoCAD имели скромное количество функций, такие как дуги, линии, круги и текст, из которых формировались сложные, составные из нескольких объектов фигуры. На данном этапе AutoCAD получил признание пользователей, всё же возможности современного программного обеспечения AutoCAD шире его предшественников и во много раз превосходит их в функциональности и в количестве предлагаемых инструментов для решения различных задач.

2.3.1 Программное обеспечение LeicaGeoOffice

LeicaGeoOffice - программный комплекс, предназначенный для обработки данных геодезических измерений. Обработка полевых измерений - не мало-важная стадия геодезических изысканий. Она не обходится без применения современного программного обеспечения, нацеленного на решение любых профильных задач и помощь пользователям в устранении связанных с ними проблем на данной стадии работы.

Многофункциональный программный комплекс LeicaGeoOffice (LGO) предоставляет пользователю наибольший выбор функций для обработки геодезических измерений[7]. Одним из главных преимуществ программного обеспечения является возможность одновременно обрабатывать данные полученные в результате GNSS и TPS съёмки, что необходимо, к примеру, при недоступности исходного пункта, когда базовую точку нужно установить вблизи от него.

2.3.1.1 Модуль обработки данных TPS измерений

Для наглядного примера функциональных возможностей LeicaGeoOffice рассмотрим ситуацию, в которой геодезистам требуется создать геодезическую сеть на стройплощадке. При том что координаты пунктов государственной опорной сети были заложены с недопустимой погрешностью. И в результате

расхождения по отдельным пунктам в пределах города варьируется, например, от полуметра до метра. В жизни такие ситуации встречаются довольно часто.

Создание сети по неправильным данным, как минимум, может привести к неверному положению возводимого сооружения относительно проектного, как максимум - приведет к проблеме установления прав собственности на земельный участок. В такой ситуации уравнивание нужно проводить в настольном программном обеспечении, так как встроенное программное обеспечение электронного тахеометра может не дать необходимого качества проводимой операции. Модуль обработки данных TPS измерений LeicaGeoOffice позволит не только уравнивать и графически отобразить данные проекта, но и использовать карты в качестве подложки (рис. 7).

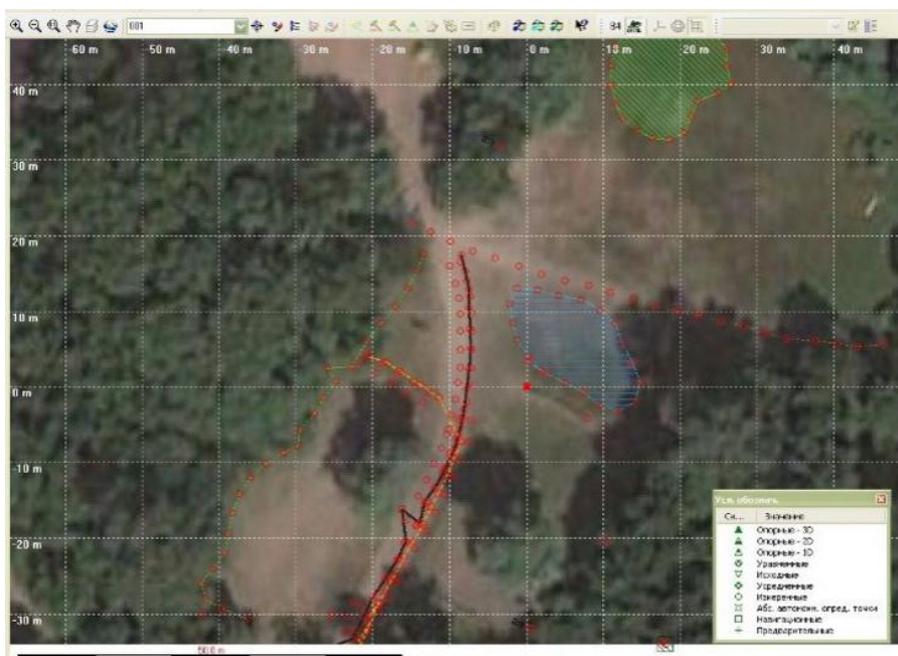


Рисунок 7 – Спутниковый снимок, загруженный в проект в качестве подложки

2.3.1.2 Модуль обработки данных GNSS измерений

Модуль обработки данных GNSS измерений применяется в том случае когда геодезистам нужно получить координаты пунктов, на которых были проведены статистические наблюдения, для того чтобы создать сети сгущения. При помощи модуля обработки спутниковых измерений программного обеспечения LeicaGeoOffice они смогут быстро получить координаты пунктов, поскольку, программа способна обрабатывать данные полученные не только со спутников GPS, но и ГЛОНАСС, а процесс редактирования наблюдений показан в модуле наглядно: пользователи могут отсортировать и исключить не подходящие интервалы с точностью до секунды (рис. 8). В LeicaGeoOffice доступно два режима обработки: ручной и автоматический. При работе в автоматическом режиме пользователю не нужно вникать в процесс обработки данных, так как программа самостоятельно отберёт все наилучшие решения.

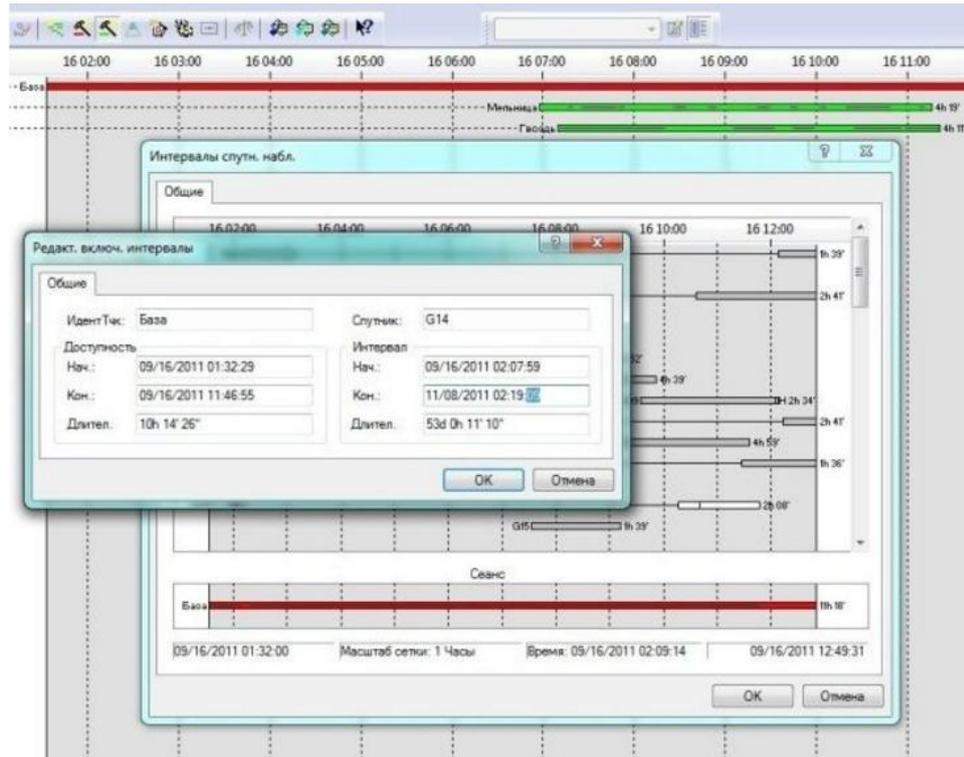


Рисунок 8 – Редактирование интервалов GNSSизмерений

Программа поддерживает работу с фотоизображениями, отснятыми с помощью полевых контроллеров Leica. Возможность визуализации съемки значительно упрощает обмен информацией (например, о точках обоснования) между полевыми бригадами и инженерами, выполняющими камеральную обработку. Кроме того, в LeicaGeoOffice предусмотрен широкий выбор шаблонов для создания отчетов. Геодезист сам может сформировать отчет, который будет содержать информацию только по тем параметрам, которые необходимы заказчику. Например, отчет по невязкам полигонов [7].

2.3.1.3 Триангуляционные модели и вычисление объемов

Кроме обработки TPS и GNSS измерений, экспорта полученных данных в всевозможные форматы и составление документации, программное обеспечение LeicaGeoOffice даёт возможность проектировать триангуляционные модели поверхностей по итогам съёмки и производить расчёт на основании которого определять объём грунта и всевозможных конструктивных элементов. Подобные задачи часто встречаются в геодезической практике, на строительной площадке при необходимости подсчёта объема земляных работ.

После проверки данных на наличие ошибок, необходимо запустить модуль LeicaGeoOffice «Поверхность» и начать проектировать триангуляционную модель объекта, объём которого нужно определить. Модуль может рассчитать объём объекта двумя методами:

– функция «Условные высоты», тогда объём объекта рассчитывается от конкретной отметки;

– функция «Абсолютные отметки», в таком случае объём объекта определяется относительно заданной поверхности.

Второй способ даёт возможность не просто высчитать объём определённой в конкретный момент времени, но и отслеживать его изменение. Геодезисту нужно только подгрузить в проект актуальные данные съёмки: программное обеспечение проанализирует эти результаты с прошлыми результатами и представит изменение объёмов насыпи наглядно.

Программное обеспечение даёт возможность редактировать триангуляционные сети: геодезист может вручную строить структурные линии, задавать точки и области, которые необходимо добавить в модель, и которые следует из неё убрать. При этом изменения в модели поверхности будут происходить в режиме «реального времени», не требуя дополнительных манипуляций. Конечная модель может быть представлена в двухмерном или трёхмерном виде, либо экспортирована в формат DXF (рис. 9).

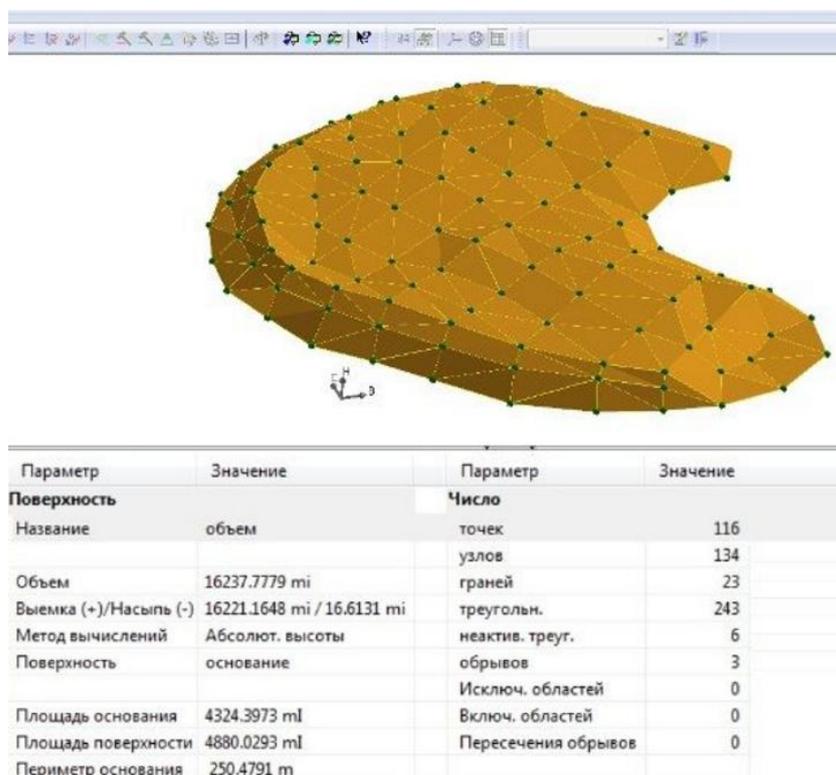


Рисунок 9 – Триангуляционная модель насыпи, представленная в 3D формате

2.4 Программное обеспечение Civil3D

Autodesk AutoCAD Civil 3D – это уникальное программное обеспечение для выполнения работ в сфере топографии, геодезии и линейных объектов таких как инженерные сети, автомобильные и железные дороги. Преимуществом программного обеспечения Civil3D считается наличие динамической модели, при помощи которой становится возможным быстро и без ошибок редактировать проект на любом этапе проектирования и в любой конфигурации модели.

Не менее важной функцией является обработка полученных данных при полевых изысканиях. Основной набор инструментов Autodesk AutoCAD Civil 3D позволяет анализировать и обрабатывать загруженные с современных электронных тахеометров и GNSS систем данные. В результате загруженные данные разрешают автоматически воссоздать ситуацию в полном соответствии с действующими стандартами по оформлению картографической продукции. Исходя из поставленной задачи в автоматическом режиме создаётся цифровая модель рельефа (ЦМР) или с помощью дополнительных преобразований – цифровая модель местности (ЦММ) [8].

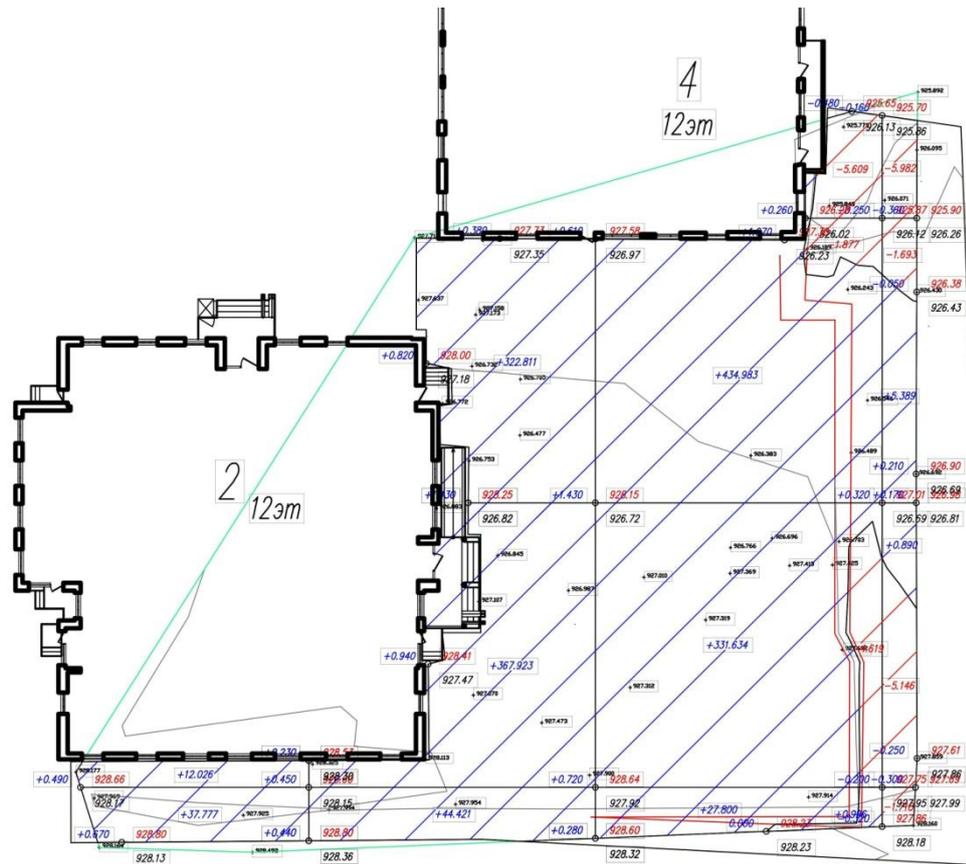
Набор встроенных инструментов разрешает использовать данные с воздушных, наземных, кинематических и батиметрических видов лазерных сканирующих систем. Поддерживаются широкое количество форматов хранения данных. Загруженные данные дают возможность сформировать ЦМР.

Кроме всех вышеперечисленных функций в программном обеспечении от компании Autodesk реализован специальный инструментарий для проектирования генеральных планов

Для создания генеральных планов в программе AutoCAD Civil 3D существует специальный ряд инструментов, направленный на то, чтобы образовывать сложные, составные архитектурные фигуры на больших и не больших объектах. Объекты создаются по типу фиксированных или плавающих отметок, а также путём задания уклонов, подпорных стен и автомобильных дорог.

Автоматическое редактирование различных параметров, таких как высота, координаты, размеры, уклоны, превышение позволяет осуществить система динамических меток. В результате использования данной системы сокращается время принятия необходимых решений. В сочетании с многообразием блоков программы AutoCAD доступно большое количество различных типов одной и той же создаваемой модели без ее редактирования или дополнительного преобразования.

Продукт компании Autodesk адаптирован под ГОСТ, что позволяет оформить конечный проект в соответствии со всеми правилами по оформлению проектной документации. Наличие дополнительных модулей, таких как «Картограмма земляных работ» предоставляет возможность образовать расчет объёма земляных масс (рис. 10) в точном соответствии с установленными требованиями.



всего, м ³	Насыпь	49.803	635.450	895.413	6.279	всего, м ³	1586.945
	Выемка	0.000	0.000	-12.105	-14.539		-26.644

$$V=1586.945 \times 1.6=2539.112 \text{ м}^3$$

Рисунок 10 – Результат расчёта объёмов в программе AutoCADCivil 3D

Одним из неоспоримых преимуществ программного обеспечения является наличие модуля проектирование дорог. AutoCADCivil 3D обладает мощным арсеналом в области проектирования и моделирования автомобильных дорог. Наличие проектных ограничений даёт возможность пользователю не проследивать самостоятельно соблюдение всех критериев проектирования – Civil 3D проверяет ограничения самостоятельно без участия проектировщика. Пользователь имеет весь набор модулей для создания сложных переходных, свободных и плавающих кривых, трассирования дороги, сопряжения сложных участков. По спроектированной трассе в автоматическом режиме строится существующий профиль, с расстановкой всех необходимых по ГОСТ меток и пояснений. План и профиль трассы динамически связаны между собой – любые изменения на плане автоматически приводят к изменению профиля трассы. Для создания проектного профиля у пользователя имеется необходимый инструментарий, дающий возможность проектировать сложные вертикальные элементы трассы.

Программное обеспечение AutodeskAutoCADCivil 3D содержит огромное количество конструкций дорожного полотна. Готовые конструкции могут редактироваться пользователем, кроме того существует возможность проектиро-

вать свои конструкции и включать их в библиотеки, что даёт возможность пользоваться готовыми конструкциями в других проектах.

Программный комплекс Civil 3D позволяет создавать поперечные сечения по трассе в автоматическом режиме. Трасса имеет вид сложного динамического объекта так называемого коридора, в котором преобразование одной составляющей ведёт к автоматической трансформации всех связанных с ней компонентов. Это даёт возможность оперативно и корректно редактировать проект на любом этапе проектирования дороги. Автоматическое проектирование и динамическое создание компоновки круговых перекрестков, способность анализа создания кругового перекрестка на месте пересечения дорог. Усовершенствованный редактор виражей, позволяющий производить расчёт виражей, проектирование различных видов виражей, в которые можно вносить изменения при помощи «ручек». Внедрены средства для визуального анализа динамической модели коридора: анализ и построение зон видимости в точке коридора.

В программе AutoCADCivil 3D реализовано создание железных дорог. В программное обеспечение входят различные виды трасс и части конструкций. Помимо того, возможен расчёт возвышения внешнего рельса по трассе железной дороги.

3 Геодезические работы и методы, выполняемые на строительной площадке.

Высотные инженерно-геодезические сети развиваются при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений различного назначения и служат высотной геодезической основой для крупномасштабных топографических съемок, трассирования линейных сооружений, разбивочных работ, геодезической выверки конструкций и технологического оборудования, а также для наблюдения за деформациями сооружений.

Необходимое число ступеней и класс нивелирных сетей зависят от площади объекта и застроенности территории. Для городских территорий рекомендуется при проектировании придерживаться определенных требований (таблица 9).

Таблица 9– Класс нивелирной сети

Площадь предстоящей съемки, км ²	Класс опорной нивелирной сети
Более 200	I, II, III, IV
50-200	II, III, IV
25-50	III, IV
1-25	IV

На застроенных участках длины ходов между узловыми точками нивелирования III класса не должны превышать 10 км, а на незастроенных – 15 км. Марки и реперы в нивелирных ходах III, IV классов закладываются не реже, чем через 0.2 – 0.3 км (для застроенной части), а на незастроенных территориях – через 0.5 – 2 км.

Приведенная плотность высотных пунктов, как правило достаточна не только для стадии изысканий, но и для производства разбивочных работ.

Высотной разбивочной основой на строительной площадке при возведении зданий и сооружений должны служить реперы нивелирного хода, прокладываемого вблизи строящегося здания. Класс точности высотного обоснования, метод достижения расчетной точности, количество строительных реперов, их конструкция и место расположения на строительной площадке предусматриваются в проекте. Класс точности опорной нивелирной сети должен не ниже класса точности высотного обоснования, запроектированного для данного здания.

При построении высотной основы отметки на строительные реперы передаются от реперов опорной нивелирной сети площадки, между которыми прокладывается нивелирный ход. Отметки реперов опорной высотной сети на строительной площадке вычисляются в Государственной Балтийской системе или принятой городской системе высот.

Построение рабочей высотной основы для строительства здания или сооружения начинается с составления рабочей схемы, необходимой также для уравнивания нивелирной сети. На рабочей схеме указываются отметки исходных реперов, количество строительных реперов высотной основы, направления нивелирных ходов, прокладываемых между исходными реперами.

Количество и расположение реперов высотной рабочей основы должно обеспечивать передачу отметок на максимальное количество элементов возводимого здания с одной постановки инструмента. На строительной площадке для каждого здания должно быть закреплено не менее двух строительных реперов, а для многосекционных зданий – по одному реперу на каждую секцию, расположенных в шахматном порядке вдоль главного фасада.

Сеть нивелирования строится отдельными линиями, опирающимися обоими концами на реперы и марки опорной нивелирной сети, а также в виде замкнутых полигонов или систем с узловыми точками. Отметки на строительные реперы передаются не менее чем от двух реперов или марок нивелирной сети ходами длиной не более 1 км.

Высотная разбивочная основа под отдельные здания и сооружения строится по программе IV класса государственного нивелирования при массовой застройке.

В процессе возведения здания необходимо периодически контролировать высотное положение строительных реперов повторным нивелированием от реперов общеплощадной высотной сети.

Сеть нивелирования целесообразно строить в виде сети примыкающих друг к другу малых замкнутых полигонов, т.е. чтобы каждый репер имел прямую связь с соседними, иначе, как показывают расчеты, потребуется очень высокая точность измерения превышений.

При расчете точности нивелирования исходят из допусков разбивки опор элементов (маяков) по высоте на исходном горизонте здания. Допуски разбивки маяков по высоте следует назначать по таблице 9 по установленному в задании классу точности и расстоянию между маяками. Переход от величины допуска к среднему квадратическому отклонению осуществляется по формуле:

$$m = \Delta / 6, (1)$$

где m – среднее квадратическое отклонение

Δ – величина допуска

Отличительной особенностью детальных разбивок по высоте является то, что они производятся непосредственно с пунктов высотного обоснования для каждого маяка независимо от соседнего в то время, как плановые разбивки осуществляются от основных осей путем их деления.

При построении локальной рабочей высотной основы отметки на строительной площадке на реперы передаются от реперов разбивочной нивелирной сети, между которыми прокладывается нивелирный ход.

3.1 Геодезические работы и методы, выполняемые при устройстве котлованов.

При устройстве котлованов выполняется следующий комплекс геодезических работ:

– проверка геодезических данных на рабочих чертежах проекта;

- нивелирование дневной поверхности в пределах контура котлована;
- передача разбивочных осей и отметок на дно котлована;
- периодические исполнительные съемки для подсчета объемов земляных масс;
- окончательная плановая и высотная исполнительные съемки открытого котлована.

Перед разбивкой котлована на основе проектной документации осуществляют выбор метода переноса проекта в натуру, производят аналитический расчет и составляют подробный разбивочный чертеж с цифровыми данными по привязке котлована к геодезической основе и всеми разбивочными элементами.

Рабочие чертежи, как правило, определяют контур котлована по габаритам нижнего наружного обреза фундамента, т.е. содержат данные по привязке в плане низа откосов котлована.

Разбивку контура котлована производят от основных осей здания чаще всего способом промеров от осевых точек, нанесенных на обноске. Обноска состоит из двух столбов диаметром 15-20 см, прочно врытых в землю на глубину не менее 1 м на расстоянии от бровки котлована, обеспечивающем неизменность их положения в процессе строительстве.

Для разбивки контура котлована, как правило, используют методы перпендикуляров, линейных и створных засечек. Разбивочные данные получают на плане графически. В качестве местных предметов используют здания, колодцы инженерных сетей, дороги, пункты геодезического обоснования, показанные на исходном чертеже. Необходимо предусмотреть контроль при выносе в натуру каждой точки [9].

Желательно, чтобы длины отрезков при линейных засечках не превышали длины применяемых мерных приборов. После разбивки нижнего контура котлована выносят в натуру верхнюю бровку, откладывая соответствующие расстояния. Все точки закрепляют на местности колышками. Для контроля правильности выполненных работ производят измерение сторон нижнего контура котлована. При этом разбивка считается выполненной правильно, если длины измеренных сторон отличаются от проектных не более чем на 20 см.

По окончании полевых работ составляют разбивочный чертеж, на котором показывают контуры котлована, местные предметы, от которых велась разбивка.

Контроль геометрических параметров котлована в процессе его разбивки осуществляют построением створов и линейными промерами от разбивочных осей, а высотное положение точек определяют геометрическим нивелированием со строительных реперов объекта.

При устройстве котлованов необходимо производить текущие и окончательные обмеры объемов земляных масс. Эти обмеры производятся геодезическим способом сетки квадратов.

При производстве разбивочных работ по устройству котлованов должны соблюдаться нормы точности, приведенные в таблице 10.

До начала выемки грунта производят нивелирование поверхности площадки по квадратам, по результатам которого определяют глубину выемки грунта в различных частях котлована.

Таблица 10 – Нормы точности при разбивке котлованов

Виды геодезических измерений	Допустимые ошибки геодезических измерений при разработке котлована
Линейные измерения	+/- 30мм
Угловые измерения	+/- 30''
Высотные измерения (отметки)	+/- 10мм
Определение объемов земляных масс	+/- 5%

Если выемки грунта производятся землеройной машиной, то на оси ее хода через каждые 10 м забивают колья, которые последовательно убирают при подходе машины. Во время земляных работ глубина котлована и выравнивание его дна систематически проверяются ходовой визиркой или нивелиром. Излишняя выемка грунта на глубину 5 см не допускается, поэтому при рытье котлована машиной выемка грунта делается с недобором 10-15 см. Остающийся слой выбирается вручную или планировочной машиной.

3.2 Вынесение отметок на дно котлована

Перед зачисткой котлована его дно нивелируют, устанавливая рейки через 5м. При выемке глубокого котлована отметку его дна можно передать с помощью теодолита.

После подчистки дна котлована до проектной отметки производят вновь разбивку контура основания фундамента и выполняют исполнительную съемку, фиксируя положение точек дна котлована в плане и по высоте через 4-5 м. Плановую съемку контуров котлована выполняют промерами рулеткой от разбивочных осей, вынесенных на дно котлована. Контроль глубины выемки и зачистки основания фундаментов под проектную отметку производят методом нивелирования. По результатам съемки составляют чертеж, на который выписывают фактические и проектные отметки всех точек.

3.3 Перенос проектной высоты на монтажную высоту сооружения

Высотными пунктами внутренней разбивочной сети на монтажном горизонте служат рабочие реперы, отметки которых определяют от реперов на исходном монтажном горизонте. На монтажном горизонте должно быть не менее двух рабочих реперов. Обычно в качестве рабочих реперов принимаются закладные детали в конструкциях данного этажа.

Передачу отметок на вышележащие этажи производят с помощью двух нивелиров, реек и подвешенной стальной рулетки. Рейки устанавливают на реперы, расположенные на исходном и данном монтажных горизонтах (рис. 10).

Отсчеты по рулетке берутся одновременно по двум нивелирам. Для большей устойчивости рулетки к ней снизу подвешивают груз, помещаемый в сосуд с вязкой жидкостью. В результате наблюдений получают отсчеты a_2 и b_1 по шкале рулетки и отсчеты a_1 и b_2 по рейкам. Отметку репера на монтажном горизонте H_{Pn2} вычисляют по формуле:

$$H_{Pn2} = H_{Pn1} + a_1 + (b_1 - a_2) - b_2. (2)$$

Разность отсчетов $b_1 - a_2$ по рулетке необходимо исправить поправками за растяжение рулетки под действием груза и собственного веса и за температуру. В некоторых случаях отметки реперов на монтажных горизонтах определяют проложением нивелирных ходов по лестничным маршам, а при невысоких точностных требованиях применяют метод тригонометрического нивелирования.

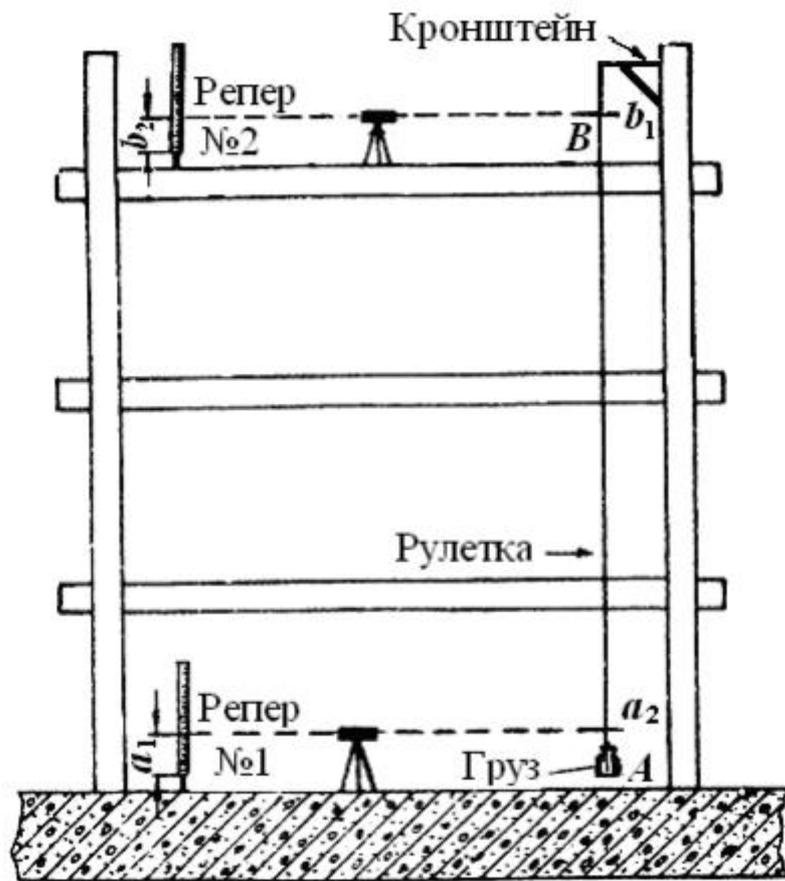


Рисунок – 10 Перенос проектной высоты на монтажный горизонт

4. Геодезическая исполнительная съёмка в процессе строительства

Выполнение каждого вида строительных и монтажных работ завершается текущей исполнительной геодезической съёмкой.

В процессе производства исполнительной съёмки выполняется комплекс работ для определения планового и высотного положения выверенных и окончательно закрепленных конструкций всех элементов.

При исполнительной съёмке положение элементов (точек) отдельных конструкций в плане определяется с пунктов плановой разбивочной основы монтажного горизонта и створных пунктов осей, главным образом методом прямоугольных координат или створных засечек. Определение конструкций по высоте выполняют с помощью нивелира от высотных знаков (реперов) на монтажном горизонте. Фактическое положение конструкций по вертикали проверяется с помощью рейки – отвеса или теодолитом методом наклонного проецирования. При исполнительной съёмке высоко или недоступно расположенных элементов конструкций применяют соответствующие геометрические способы определения положения точек в пространстве.

Для контроля правильности исполнения съёмки дополнительно производят измерения в натуре фактических расстояний между точками на элементах конструкций, которые сравниваются со значениями этих же расстояний, полученных в результате съёмки.

Плановая исполнительная съёмка производится с пунктов плановой сети, разбивочных осей или их параллелей способом прямоугольных координат, створов, створных засечек или бокового нивелирования. Высотная исполнительная съёмка положения конструкций выполняется методом геометрического нивелирования от знаков высотного рабочего обоснования. Положение возведенных конструкций по вертикали определяется с помощью механической или электрической рейки – отвеса при высоте элементов до 5 м и с помощью теодолита (методом наклонного проектирования) при высоте конструкций более 5 м.

Исполнительная схема является необходимым документом, данные которого учитываются при выполнении следующего этапа работ строительно-монтажного, а также при эксплуатации и реконструкции зданий и сооружений.

При производстве строительно-монтажных работ составляют следующие исполнительные схемы: разбивки основных осей; разбивки осей на монтажном горизонте; всех видов инженерных коммуникаций; готового котлована, земляного полотна дороги и других земляных сооружений; фундаментов; планово-высотной съёмки колонн; подкрановых путей и балок; монтажа балок и ферм и др.

На стадии нулевого цикла исполнительную съёмку выполняют после устройства опалубки и выноса на нее осей самого котлована, сооружения фундамента, свайных полей, стен подвала и перекрытий над подвалом. На стадии разбивки котлована исполнительную съёмку производят после зачистки дна и откосов. При этом определяют положения осей, внутренний контур, отметки

дна по результатам нивелирования поверхности по квадратам и их отклонения от проектного значения.

По завершении строительства производят исполнительную съемку всего построенного объекта, по результатам которой составляют исполнительный генеральный план, необходимый при эксплуатации промышленного или жилого комплекса, последующем расширении или реконструкции предприятия, ремонтных работах и для быстрого устранения аварий.

4.1 Топографическая съёмка масштаба 1:500.

Выполненные геодезические работы на определенной стадии возведения зданий и сооружений сопровождаются отчетной технической документацией.

Исполнительный генеральный план является необходимым документом при эксплуатации зданий и сооружений, а также при их реконструкции и расширении предприятий.

Исполнительный генеральный план составляют обычно на строительную площадку промышленного предприятия или на площадку жилого дома отдельно, в масштабе 1: 1000, а для небольших площадок – 1: 500.

Объекты, подлежащие изображению на исполнительном генеральном плане, зависят от характера застройки, назначения зданий и сооружений, расположенных на территории и подлежащих съемке. К таким объектам относятся капитальные здания и сооружения, транспортные сооружения всех видов и сооружения при них, надземные, наземные и подземные коммуникации.

Съемку объектов производят таким образом, чтобы получить координаты и отметки их характерных точек. Горизонтальная съемка выполняется способами прямоугольных и полярных координат, угловых, линейных и створных засечек, створных промеров.

Особого внимания заслуживает съемка подземных инженерных сетей. Перед началом съемки должно быть произведено тщательное обследование подземных сетей и выходов на поверхность. Для съемки подземных сетей используются трубо – и кабелеискатели.

В процессе горизонтальной съемки ведется абрис, в котором производится зарисовка каждого снимаемого объекта.

Высотную съемку на застроенной территории выполняют после горизонтальной. Высотная съемка выполняется методом геометрического нивелирования и заключается в определении отметок характерных точек. Нивелирование производится от реперов опорной сети.

Особо важное значение имеет выбор масштаба исполнительной съемки и плана. Масштаб плана зависит, прежде всего от размеров отдельных элементов, подлежащих изображению на плане.

По материалам исполнительной съемки составляется генеральный план построенного сооружения. На этом плане решаются впоследствии задачи по эксплуатации сооружения, реконструкции и расширению.

Исполнительная съемка производится от геодезической опорной сети, построенной для переноса в натуру зданий и сооружений.

Наиболее распространенным способом определения положения контуров при исполнительной съемке является способ полярных координат.

Исполнительный генеральный план является единственной и окончательной проверкой правильности перенесения проекта в натуру в соответствии с требованиями строительных допусков.

4.2 Составление технического отчёта по выполненным геодезическим работам

По результатам выполненных инженерно-геодезических изысканий в соответствии с требованиями СНиП РК 1.02-18-2004 по каждому объекту должен быть составлен технический отчет.

Текстовая часть технического отчета в зависимости от назначения инженерно-геодезических изысканий и технического задания заказчика должна содержать следующие разделы и сведения [10].

Общие сведения – основание для производства работ, задачи инженерно-геодезических изысканий, местоположение района (площадки, трассы), административная принадлежность, перечень инструкций и других нормативных актов, которыми руководствовались при выполнении работ, сведения о проектируемом объекте строительства, система координат и высот, виды и объемы выполненных работ, сроки их проведения, масштаб съемки, сечение рельефа, метод съемки, краткая физико-географическая характеристика района работ.

Топографо-геодезическая изученность района (площадки) инженерных изысканий – сведения об аэрофотосъемочных и топографо-геодезических работах прошлых лет (перечень и год производства работ, название организации, производившей работы, точность выполненных работ и степень использования сведений о геодезических сетях – типы центров и наружных знаков – и возможность их использования по результатам обследования, техническая характеристика геодезических, картографических и топографических материалов).

Сведения о методике и технологии выполненных работ – создание (развитие) опорных и съемочных геодезических сетей или геодезических сетей специального назначения для строительства, постройка знаков и типы центров, точность и методы измерений, инструменты, методы уравнивания; производство топографической съемки и создание (составление) инженерно-топографических планов, выполнение инженерно-гидрографических работ, трассирование линейных сооружений, геодезическое обеспечение производства других видов инженерных изысканий, выполнение геодезических наблюдений и исследований (в том числе в районах развития опасных природных и техноприродных процессов), характеристика точности и детальности изыскательских работ.

Сведения о проведении технического контроля и приемки работ – результаты выполненного контроля работ при инженерно-геодезических изысканиях.

Заключение – краткие результаты выполненных работ и их оценка, рекомендации по производству последующих топографо-геодезических работ.

Графическая часть технического отчета в зависимости от выполненных работ должна содержать:

- картограмму топографо-геодезической изученности;
- схемы созданной планово-высотной опорной и (или) съемочной геодезической сети;
- абрисы закрепленных пунктов (точек) и каталог их координат и высот;
- типы центров (опорной геодезической сети) и типы знаков долговременного закрепления съемочных сетей;
- инженерно-топографические и кадастровые планы;
- планы (схемы) сетей подземных сооружений с их техническими характеристиками, согласованные с эксплуатирующими организациями;
- графики результатов наблюдений за осадками и деформациями оснований зданий, сооружений, земной поверхности и толщи горных пород.

Приложения к техническому отчету должны содержать:

- данные о метрологической аттестации средств измерений;
- ведомость отыскивания и обследования исходных геодезических пунктов;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломной работы (проекта) были достигнуты поставленные цели, а именно изучены актуальные методы выполнения инженерно-геодезических изысканий на строительной площадке.

Дипломный проект нацелен на приобретение практического опыта по специальности. В процессе исследования было освоено выполнение следующих геодезических работ:

- 1) Выполнение топографической съёмки
- 2) Вынос точек в натуру по известным координатам
- 3) Разбивка при помощи базовой линии
- 4) Выполнение исполнительной съёмки
- 5) Вынос на местность точек с одинаковой высотой
- 6) Вычисление разности высот точек на местности

Помимо вышеперечисленных навыков был получен опыт в обработке камеральных измерений. В связи с этим было поверхностно изучено программное обеспечение AutoCAD. Данное программное обеспечение применялась при выполнении таких работ как:

- 1) Определение уклона на основании данных топографической съёмки
- 2) Расчёт объёмов земляных работ в программе AutoCAD Civil 3D

В ходе выполнения комплекса геодезических работ были приобретены практические навыки, закреплены теоретические знания, полученные ранние в процессе обучения.

Изучение теоретических основ за годы обучения дало частичное понимание методов выполнения геодезических изысканий на практике. Однако теоретические знания не всегда соответствуют действительности.

В настоящее время применяются более современные методы выполнения геодезических работ, что в свою очередь позволяет повысить точность и сократить время их выполнения. В итоге все перечисленные факторы положительно влияют на экономическую составляющую строительства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ямбаев Х. К. Геодезический контроль прямолинейности соосности в строительстве. – М.: Недра, 1986. – 264 с.
- 2 Ганьшин В. Н., Коськов Б. И., Хренов Л. С. Справочник по общестроительным работам. Геодезические работы в строительстве. Под ред. В. Н. Ганьшина, М., Стройиздат, 1975. – 400с.
- 3 Климов О. Д. Основы инженерных изысканий. М., “Недра”, 1974. – 256 с.
- 4 Инженерная геодезия. Геодезические разбивочные работы / Учеб. пособие/ Е.Б. Михаленко, Н.Д. Беляев, В.В. Вилькевич, Ф.Н. Духовской, Н.Н. Загрядская, А.А. Смирнов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 67 с.
- 5 Земцова А. В. Высшая геодезия (Геодезические работы на геодинамических полигонах): Учеб. пособие. – Алматы:КазНТУ, 2008. – 107с.
- 6 Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение. – М.: Академический проект, 2008 –591 с.
- 7 Программное обеспечение LeicaGeoOffice / сайт <https://dalgeokom.ru/media/Leica-Geo-Office--programmnyy-kompleks-dlya-obrabotki-dannyh-geodezicheskikh-izmereniy/>
- 8 Программное обеспечение AutodeskAutoCADCivil 3D/ сайт <https://cad.ru/support/bz/archive/82/autodesk-autocad-civil-3d/>
- 9 Учебное пособие по геодезической практике/В. Ф. Лукьянов, В. Е. Новак, В. Г. Ладонников и др. – М.: Недра, 1986 – 236 с.
- 10 СНИП РК 1.02-18-2004 “Инженерные изыскания для строительства. Основные положения”

Приложение А

Пояснение к рисунку 2.7 Результат расчёта объёмов в программе AutoCADCivil
3D

№ точки	Проектные отметки, м	Фактические отметки, м	Превышения, м		Объём по фигурам	
			+	-	насыпь, м ³ (знак плюс)	выемка, м ³ (знак минус)
1	928.80	928.13	0.670		37.777	
2	928.66	928.17	0.490			
3	928.60	928.15	0.450			
4	928.80	928.36	0.440			
2	928.66	928.17	0.490		12.026	
5	928.53	928.30	0.230			
3	928.60	928.15	0.450			
4	928.80	928.36	0.440		44.421	
3	928.60	928.15	0.450			
6	928.64	927.92	0.720			
7	928.60	928.32	0.280			
3	928.60	928.15	0.450		367.923	
5	928.53	928.30	0.230			
8	928.41	927.47	0.940			
9	928.25	926.82	1.430			
10	928.15	926.72	1.430			
6	928.64	927.92	0.720			
9	928.25	926.82	1.430		322.811	
11	928.00	927.18	0.820			
12	927.73	927.35	0.380			
13	927.58	926.97	0.610			
10	928.15	926.72	1.430			
7	928.60	928.32	0.280		27.800	
6	928.64	927.92	0.720			
14	927.75	927.95		0.200		
15	927.86	928.18		0.320		
16	928.23	928.23	0			
6	928.64	927.92	0.720		331.634	
9	928.25	926.82	1.430			
17	927.01	926.69	0.320			
14	927.75	927.95		0.200		
10	928.15	926.72	1.430		434.983	
13	927.58	926.97	0.610			
18	927.30	926.23	1.070			
19	926.28	926.02	0.260			
20	925.87	926.12		0.250		

Продолжение приложения А

17	927.01	926.69	0.320			
19	926.28	926.02	0.260			
21	925.65	926.13		0.480		5.609
22	925.70	925.86		0.160		
23	925.87	926.12		0.250		
15	927.86	928.18		0.320		
14	927.75	927.95		0.200		1.718
24	927.69	927.99		0.300		
14	927.75	927.95		0.200		4.256
17	927.01	926.69	0.320			
25	926.98	926.81	0.170			
26	927.61	927.86		0.250		
24	927.69	927.99		0.300		
17	927.01	926.69	0.320			3.693
23	925.87	926.12		0.250		
27	925.90	926.26		0.360		
28	926.38	926.43		0.050		
29	926.90	926.69	0.210			
25	926.98	926.81	0.170			
23	925.87	926.12		0.250		5.982
22	925.70	925.86		0.160		
27	925.90	926.26		0.360		
Итого:	V=1586.945x1.6=2539.112 м ³				1586.845	26.644

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

Рыжкова Александра Эдуардовича

5B071100 - «Геодезия и картография»

**На тему: КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ
ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА
“ELEMENT”**

По теме дипломной работы изложены съемочные расчеты, проводимые при строительстве жилого комплекса “ELEMENT”.

Целью выполнения дипломной работы является изучение современных методов и способов выполнения инженерно-геодезических изысканий на строительной площадке. Инженерно-геодезические изыскания представляют собой комплекс геодезических и топографических работ для получения материалов, необходимых при проектировании и строительстве инженерных сооружений.

При выполнении дипломной работы студент на строительном объекте применил свои теоретические знания при выполнении геодезических измерений с использованием современных геодезических приборов. Обработку полученных геопространственных данных выполнил в программах «Excel», «Autocad». При выполнении дипломной работы Рыжков А.Э. продемонстрировал хороший уровень работоспособности в процессе освоения теоретических и практических знаний по специальности, провел достаточный объем вычислительной и графической работы по инженерно-геодезическим изысканиям при строительстве объекта.

В ходе подготовки дипломной работы студент на практике использовал теоретические знания по специальности и показал степень эффективности в процессе выполнения работ, проводил геодезические инструментальные и камеральные работы.

Дипломную работу Рыжкова Александра Эдуардовича на тему «Комплексные инженерно-геодезические изыскания при строительстве жилого комплекса “Element” допустить к защите.

Научный руководитель

К.т.н., ассоц.проф.



Кыргызбаева Г.М.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Рыжков Александр Эдуардович

Название: Комплексные инженерно-геодезические изыскания при строительстве жилого комплекса «ELEMENT»

Координатор: Гулдана Кыргызбаева

Коэффициент подобия 1: 14,8

Коэффициент подобия 2: 7,9

Замена букв: 0

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

.....
Дата

.....
Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Рыжков Александр Эдуардович

Название: Комплексные инженерно-геодезические изыскания при строительстве жилого комплекса «ELEMENT»

Координатор: Гулдана Кыргызбаева

Коэффициент подобия 1:14,8

Коэффициент подобия 2:7,9

Замена букв:0

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....

..... *Имансакипова*

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....

Имансакипова

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения