



ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ТОННЕЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА
OFFERS FOR THE DEVELOPMENT OF THE METRO TUNNEL

Новиков Алексей Витальевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры градостроительства и пространственного развития, заместитель декана заочного факультета, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству» (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова., д. 15), novikovav@guz.ru

Хабарова Ирина Андреевна, кандидат технических наук, доцент кафедры градостроительства и пространственного развития ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству» (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова., д. 15), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8406-7162>, irakhabarova@yandex.ru

Шушпанов Евгений Евгеньевич, магистрант: направление подготовки: 21.04.02 Землеустройство и кадастры, профиль: Оценка и управление городскими территориями, кафедра градостроительства и пространственного развития «Государственный университет по землеустройству» (105064 россия, г. москва, ул. казакова., д. 15), evgeny1816@yandex.ru

Иванова Анна Александровна, магистрант: направление подготовки: 21.04.02 Землеустройство и кадастры, профиль: Оценка и управление городскими территориями, кафедра градостроительства и пространственного развития «Государственный университет по землеустройству» (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова., д. 15), go_98@mail.ru

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Alexey V. Novikov, candidate of economic sciences, docent of the department of urban planning and spatial development, deputy dean of the correspondence faculty, State University of Land Use Planning (105064 Russia, Moscow, st. Kazakova, 15), novikovav@guz.ru

Irina A. Khabarova, candidate of technical sciences, docent of the department of urban planning and spatial development, State University of Land Use Planning (105064 Russia, Moscow, st. Kazakova, 15), <https://orcid.org/0000-0001-8406-7162>, irakhabarova@yandex.ru

Evgeny E. Shushpanov, bachelor's degree: field of study: 21.03.02 land management and cadastres, profile: city cadastre, department of urban planning and spatial development "State University of Land Management" (105064 Russia, Moscow, Kazakova st., 15), evgeny1816@yandex.ru

Anna A. Ivanova, bachelor's degree: field of study: 21.03.02 land management and cadastres, profile: city cadastre, department of urban planning and spatial development "State University of Land Management" (105064 Russia, Moscow, Kazakova st., 15), go_98@mail.ru

Аннотация. В статье авторами рассмотрен и проанализирован этап земляных работ в промышленном гражданском строительстве и его геодезическое сопровождение на примере котлованов с разной спецификой производства работ. Авторы отмечают, что земляные работы являются одним из важнейших элементов промышленного, гидротехнического, транспортного, жилищно-гражданского строительства. При этом общий план производства геодезических изысканий и земляных работ может быть отличен в деталях, но должен быть однороден в целом. Авторами проанализирована методика производства земляных работ и их геодезическое сопровождение на примере соединительных веток тоннеля метрополитена. Также авторы отмечают, что необходимо уделять должное внимание изучению проекта на земляные работы, в котором зачастую можно получить информацию обо всех деталях, а

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

именно: метод закрепления стенок котлована, конфигурация распорной системы, способ водоотведения грунтовых и поверхностных вод, так и для геодезических изысканий: отметки дна котлована, прямков и траншей, координаты поворотных точек, отметки и контура этапов земляных работ. Сложности, как правило, возникают в основном в глубоких котлованах и при работе в стесненных условиях и связаны в основном со стесненностью условий, уменьшенной видимостью строительного объекта и др. Однако это влияет лишь на время, необходимое для выполнения геодезических работ.

Abstract. In the article, the authors reviewed and analyzed the stage of earthworks in industrial civil engineering and its geodetic support on the example of pits with different specifics of work. The authors note that earthworks are one of the most important elements of industrial, hydraulic engineering, transport, housing and civil construction. At the same time, the general plan for the production of geodetic surveys and earthworks can be different in details, but must be uniform in general. The authors analyzed the method of excavation and their geodetic support on the example of the connecting branches of the subway tunnel. The authors also note that it is necessary to pay due attention to the study of the project for earthworks, in which it is often possible to obtain information about all the details, namely: the method of fixing the walls of the pit, the configuration of the spacer system, the method of draining ground and surface water, and for geodetic surveys: marks of the bottom of the excavation, pits and trenches, coordinates of turning points, marks and contours of the stages of earthworks. Difficulties, as a rule, arise mainly in deep pits and when working in cramped conditions and are mainly associated with cramped conditions, reduced visibility of the construction site, etc. However, this only affects the time required to perform geodetic work.

Ключевые слова: тоннели метрополитена, земляные работы, котлован, геодезическое сопровождение, железобетонные конструкции, строительство, монолитные работы.

Keywords: subway tunnels, earthworks, foundation pit, geodetic support, reinforced concrete structures, construction, monolithic works.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Необходимо отметить, что метод разработки открытым способом часто применим при осуществлении земляных работах на ряде объектов метрополитена. При этом суть данного метода заключается в необходимости обеспечения устройства крепления будущего котлована. Как правило, это реализуется с помощью метода стены в грунте или практического применения метода бурящих свай. Целесообразно добавить, что наиболее часто дно котлована объектов метрополитена располагается достаточно глубоко, что не позволяет разрабатывать их с естественными откосами. Благодаря закреплению стенок котлована становится возможным уменьшение размера строительной площадки. В связи с этим необходимо с ответственностью подходить к процессу разработки котлована на строительных объектах с такой спецификой производства работ [1-5].

В связи с указанным выше всесторонне проанализируем методику производства земляных работ и их геодезическое сопровождение. В качестве примера рассмотрим соединительные ветки тоннеля метрополитена.

Здесь целесообразно отметить, что на самом строительном объекте заказчиком работ является ГУП "Московский метрополитен". Генеральный подрядчик - ООО «СтройМонтаж-14», подрядчик по производству земляных работ – ООО «СТРОЙМЕХАВТО». АО «Метротранс» - лидирующая проектно-исследовательская компания, которая выпускает проекты всех стадий строительных работ.

Далее необходимо обратить внимание на то, что подход к строительным работам затрудняется из-за того, что тоннели объектов метрополитена имеют вытянутую форму. В связи с этим подобные объекты были разделены на части. И на каждый объект работ на каждую часть отдельно выпускается проект на каждый этап работ. Ниже проанализирует одну часть.

Рассматриваемый объект – это часть третьего пересадочного контура, а именно: Юго-западный участок третьего пересадочного контура, ст. «Проспект Вернадского» - ст. «Можайская». Соединительные ветки в электродепо «Аминьевское» со ст. «Давыдково».

Сама специфика и сложность осуществления земляных работ непосредственно на объектах Московского метрополитена обусловлена большим количеством техники, которая задействована в разработке котлована, также это связано с необходимостью переноса геодезического основания на каждый уровень распорной системы, в связи с малой видимостью марок, из-за большой глубины дна котлована, особенностями производства земляных работ в тоннелях, которые требуют специальных навыков от всех участников производства подобных работ и др. [1-5].

Таким образом рассмотрим проект на земляные работы (рис. 1)

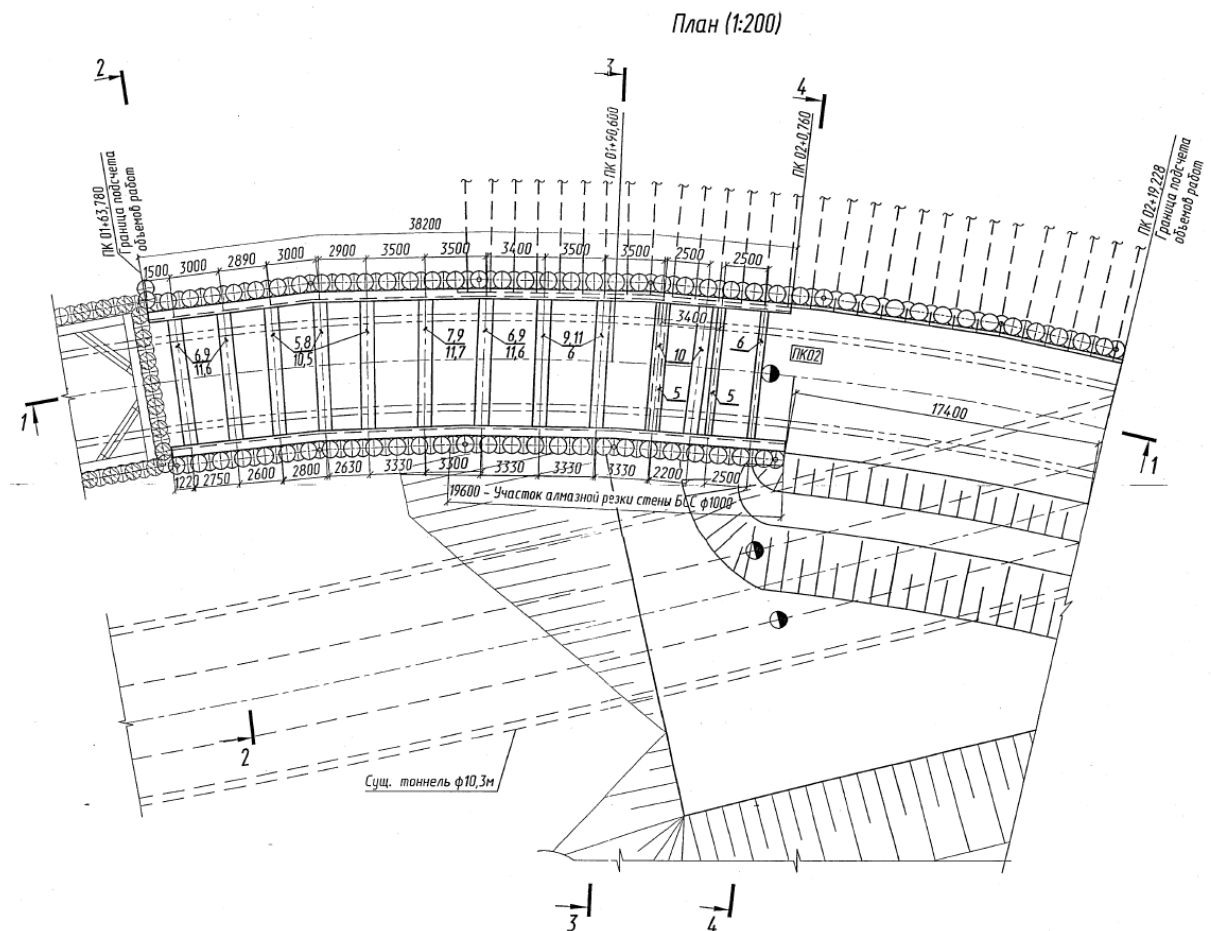


Рисунок 1 – Проект на земляные работы

Рассматриваемый проект является составной частью целого тоннеля. В связи с этим, на данном чертеже целесообразно было отобразить только сами границы объемов производимых работ. Также отметим, что строительные оси здесь не предусматриваются, поскольку определение границ осуществляется по пикетам оси станции. С целью закрепления стенок котлована реализуют два основных метода, а именно: анкерное крепление и метод буросекущих свай с распорной системой. Также присутствуют естественные откосы 1:0,75. Проектом не предусматривается прямки и траншеи, само дно котлована является плоским с равномерным уклоном в 40 тысячных.

Добавим, что непосредственно до начала реализации земляных работ необходимо произвести геодезическую съемку изначальной поверхности котлована. Далее, на основе полученных результатов, целесообразно построить цифровую модель рельефа. После согласования между представителями организаций происходит формирование исполнительной документации, которая утверждает изначальную поверхность как базис для подсчета объемов работ [1-5].

Сами земляные работы разделяются на пять основных этапов (рис. 2). Данные этапы должны строго соблюдаться, поскольку на каждом из них происходит монтаж яруса распорной системы. В случае пренебрежения требованиями проекта, нагрузка на буросекущие сваи котлована может стать критической, что может привести к их дальнейшему разрушению. В связи с этим целесообразно проводить перераспределение этой нагрузки на каждом этапе земляных работ.

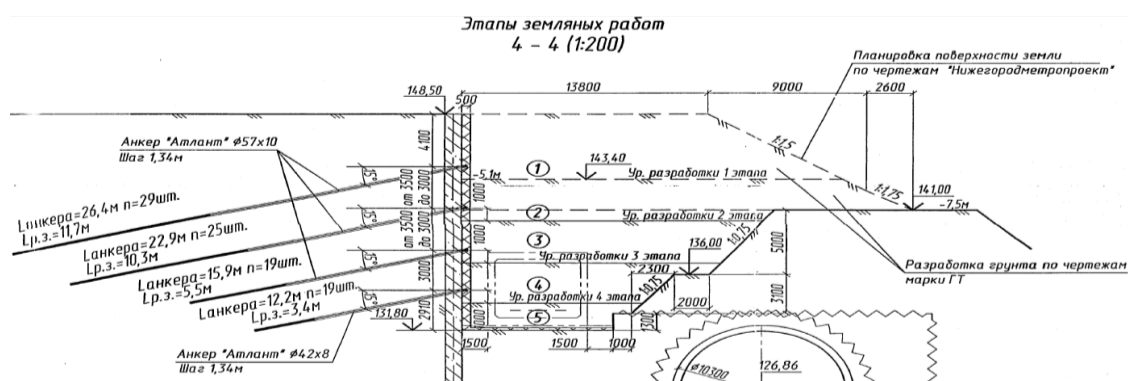


Рисунок 2 - Основные этапы земляных работ

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Также на практике, при проведении монтажа распорной системы следует предусмотреть пригрузочные бермы вдоль крепления котлована, перераспределяющие имеющуюся нагрузку на стенки. При этом центральная часть котлована должна разрабатываться ниже отметки этапа проекта. Более того для ускорения производства работ по мере монтажа распорной системы следует осуществлять переход к дальнейшим этапам разработки котлована сразу.

По мере разработки котлована, учитывая протяженность тоннеля метрополитена, целесообразно применять больше единиц техники, поскольку это повысит эффективность производства земляных работ. При этом у каждого экскаватора - своя зона работы, которая ограничивается вылетом стрелы. Также достаточно часто на практике применяют метод поуровневой разработки котлована (рис. 2), поскольку дно тоннелей метрополитена достаточно часто находится глубоко от изначальной поверхности. Говоря о сложности работы машиниста экскаватора в тоннеле отметим, что его работа осложнена небольшой его шириной, но самое главное – это распорная система, монтируемая в процессе разработки котлована, которая ограничивает видимость и зону работы техники.

Геодезическое сопровождение осуществления земляных работ заключается в контроле за абсолютной отметкой поверхности этапа разработки котлована. Также необходима подготовка требуемой исполнительной документации, ее последующее согласование и дальнейшее утверждение. Однако это тоже вызывает некоторые сложности. Поскольку в работах GPS оборудования в тоннелях невозможна. Также от геодезического обоснования невозможно провести обратную линейно-угловую засечку тахеометра, т.к. его просто не видно. Поэтому является целесообразным осуществление переноса геодезического обоснования на марки на каждый ярус распорной системы, уравнивать его и отслеживать его состояние [1-5].

На заключительном этапе осуществления земляных работ, после планировки дна котлована и его итоговой передачи непосредственно

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

подрядчику по монолитным работам – строится цифровая модель рельефа (рис. 3) конечной поверхности дна котлована и рассчитывается фактический объем его разработки. Полученный результат сравнивается с ведомостью объемов земляных работ, который предусмотрен проектом. В данном случае после расчета картограммы выемки груннта разница между фактическим ($10411,88\text{м}^3$) и теоретическим ($7700,00\text{м}^3$) объемами работ была недопустима велика и составила $2711,88\text{м}^3$

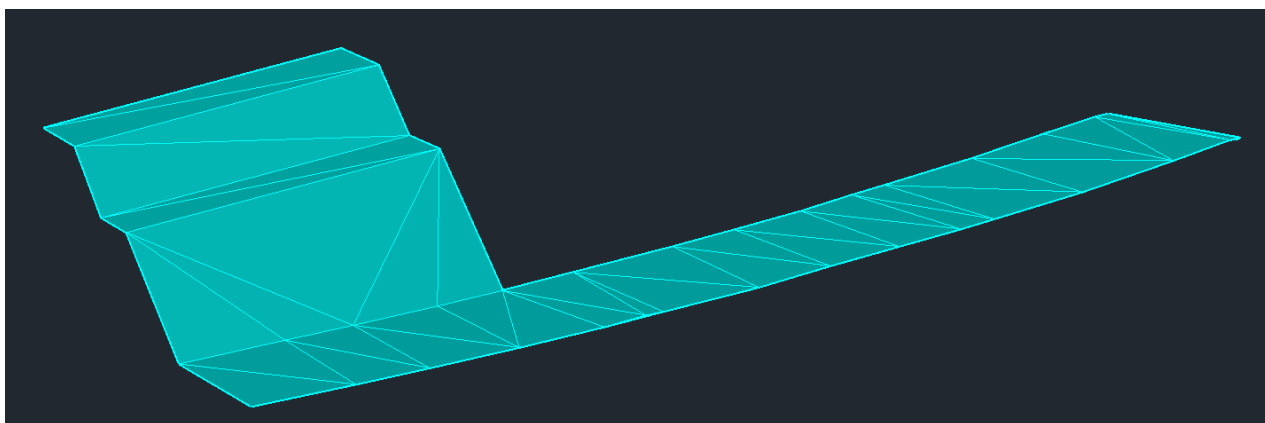


Рисунок 3 - Цифровая модель конечной поверхности котлована

В случае таких расхождений проект должен быть передан в организацию, которая занимается его выпуском с целью внесения в него соответствующих изменений. В рассматриваемом случае фактический объем составил $10411,88\text{м}^3$ и был утвержден между организациями.

Далее рассмотрим разработку котлована при полужакрытых методах строительства. Этот метод заключается в осуществлении строительства подземной части здания и сооружения с помощью устройства ограждения практически с поверхности земли или с необходимой отметки. Разработанный грунт извлекается на поверхность с помощью специальных технологических отверстий в перекрытиях.

Реализуют 2 метода строительства:

- «top-down» (сверху — вниз) (рис. 4);
- «up-down» (вверх-вниз) (рис. 5).

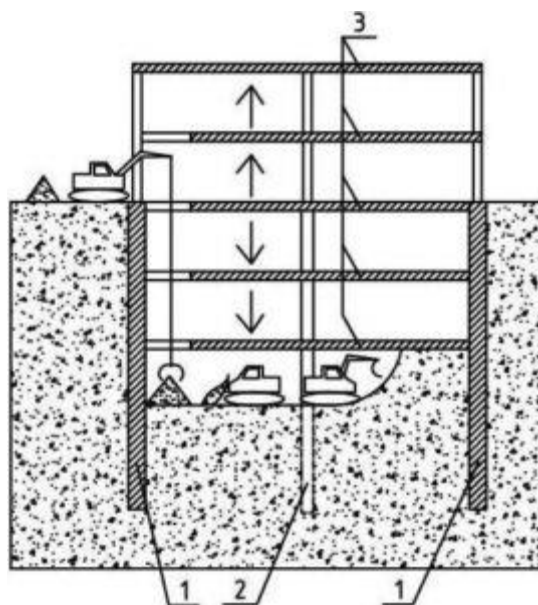
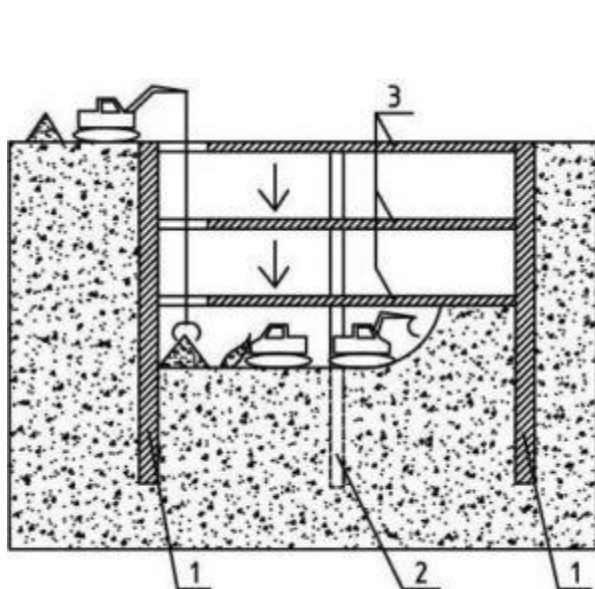


Рисунок 4 – Метод «top-down»

Рисунок 5 – Метод «up-down»

(1 - ограждение котлована, 2 – временная опора, 3 – перекрытия здания)

Земляные работы заключаются в разработке котлована для подземной части здания параллельно с возведением перекрытий в методе «top-down» и возведением всего конструктива здания в методе «up-down».

Строительство подземной части сооружения начинается с возведения по его периметру «стены в грунте». Она выполняется, как правило, в виде монолита. Конструкция выполняется из бетона, который имеет высокую водонепроницаемость. Далее в монолите необходимо оставить технологические отверстия. С помощью экскаватора-грейфер производится погрузка грунта из отвала в автосамосвалы. Таким образом прямо под плитой перекрытия здания осуществляется разработка грунта до проектной отметки и заливается плита перекрытия подземного этажа.

В ходе реализации строительных работ при устройстве плит перекрытия применяются временные опорные конструкции. После того, когда возведены проектные стен и колонны и осуществлено соединение их с перекрытиями, временные конструкции могут быть удалены

Ниже рассмотрим геодезическое сопровождение этого метода земляных работ на примере многофункционального жилого комплекса, который

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"
расположен по адресу: г. Москва, ул. Большая Никитская, 9/15/2, стр.1, пер.
Средний Кисловский, вл 2/15, стр.2.

На этом строительном объекте не был выпущен проект на земляные работы, а был предусмотрен только проект на железобетонные конструкции. На каждый цикл полужакрытого метода строительства был выпущен свой комплект проектной документации (рис. 6).

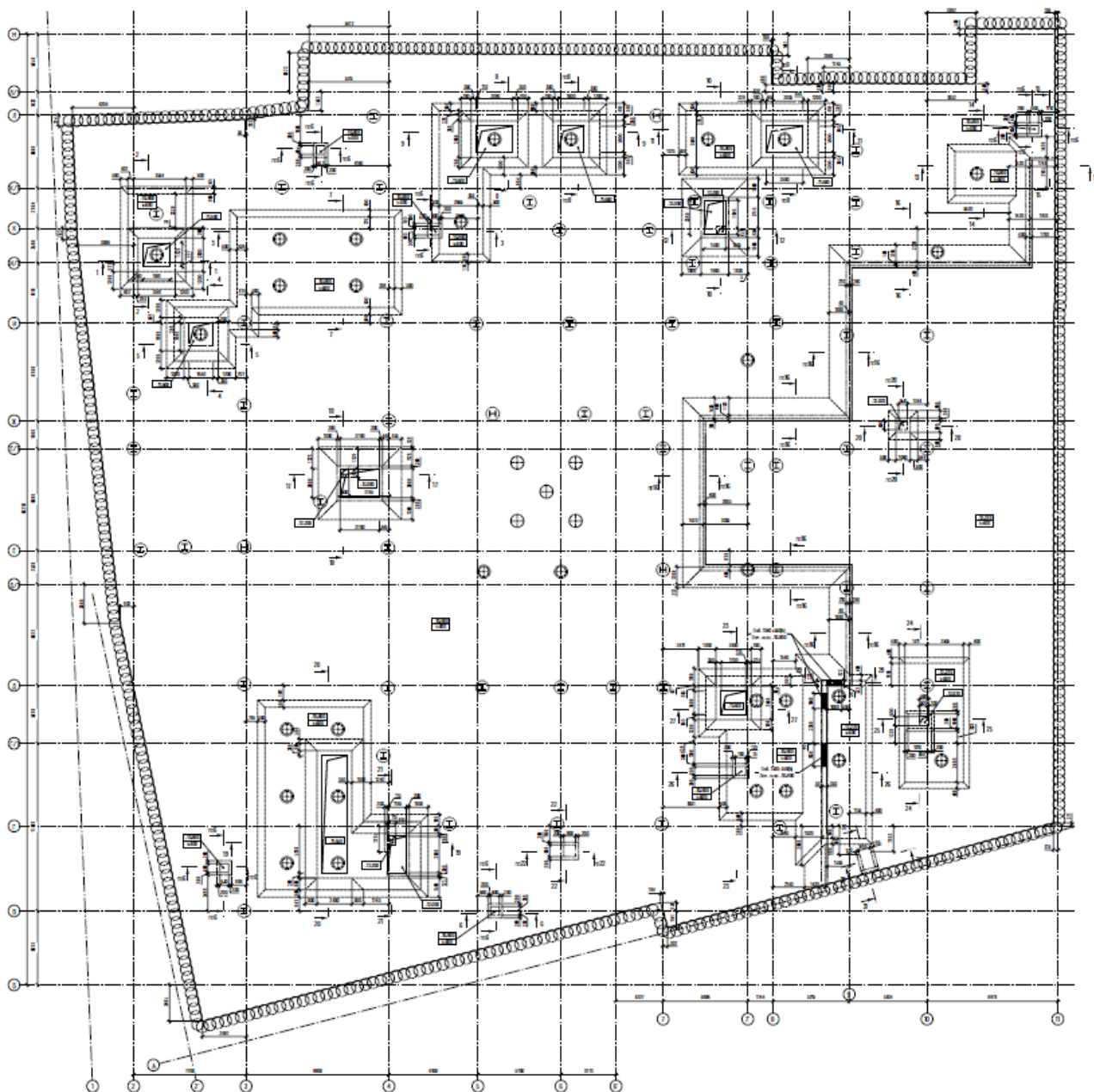


Рисунок 6 – Проект на железобетонные конструкции

Креплением котлована являются буросекущие сваи, распорной системой являются перекрытия и железобетонные сваи.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

В самом котловане предусматривается достаточно сложная система прямков и траншей, для разработки которых необходимы экскаватора Hitachi 70. Для ускоренной транспортировки материала в отвал к месту погрузки используется погрузчик Bobcat.

Главным отличием геодезического сопровождения данного метода производства земляных работ является то, что нет необходимости в съемке и последующем согласовании черной поверхности котлована, причем ее цифровая модель формируется согласно проекту на земляные работы по «низу» фундаментной плиты каждого цикла разработки котлована. На итоговом этапе работ в цикле целесообразно осуществить съемку финальной поверхности, произвести необходимый расчет фактических объемов земляных работ методом картограммы и др. [1-5].

В связи с тем, что на данном объекте проект на производство земляных работ не выпускался, фактический объем разработки котлована в рассматриваемом цикле был рассчитан геодезистами генподрядчика и подрядчика по земляным работам методом картограммы, согласно проекту на железобетонные конструкции.

Для этого данные проекта следует загрузить в векторную среду и осуществить масштабирование. Далее нужно отрисовать контур котлована. Далее поворотным точкам котлована присваиваются абсолютные или относительные отметки и создается цифровая модель рельефа конечной поверхности цикла земляных работ. Далее необходимо вычислить объем земляных работ методом картограммы, который необходимо согласовать и утвердить между организациями.

Таким образом, был рассмотрен и проанализирован этап земляных работ в промышленном гражданском строительстве и его геодезическое сопровождение на примере котлованов с разной спецификой производства работ.

Литература

1. Мазеин С. В. Обоснование и результаты мониторинга деформаций здания в зоне влияния строительства тоннеля и котлована / С. В. Мазеин, А. В. Кузина, О. А. Мишедченко // Транспортное строительство. – 2022. – № 3. – С. 10-12. – EDN LZYIMS.
2. Халитова А. Р. Сравнение анкерного и распорного методов крепления ограждающих конструкций котлована при строительстве зданий и сооружений / А. Р. Халитова, С. А. Синенко // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 4(76). – С. 408-419. – EDN ENRCSE.
3. Непоклонов В.Б., Хабарова И.А., Хабаров Д.А. Предложения по применению спутниковой геодезической аппаратуры при планово-высотной привязке аэроснимков для обновления планов масштаба 1:2000 / В. Б. Непоклонов, И. А. Хабарова, Д. А. Хабаров // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2022. – № 1(14). – С. 88-95. – EDN UIPAPP.
4. Мустакимов В. Р. Мониторинг устойчивости зданий и ограждения глубокого котлована после длительного периода временной приостановки строительства / В. Р. Мустакимов // Евразийский союз ученых. – 2018. – № 4-1(49). – С. 41-46. – EDN XPIEXJ.
5. Nilipovskiy Vasily Ivanovich, Khabarova Irina Andreevna, Khabarov Denis Andreevich// Spatial data infrastructure: experience and development directions (Pp. 138-142)// //Proceedings of the International University Scientific Forum "Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA" ISBN 978-5-905695-87-5

References

1. 1.Mazein S.V., Kuzina A.V., Mishedchenko O.A. Justification and results of monitoring of building deformations in the zone of influence of the construction of a tunnel and excavation // Transport construction. - 2022. - No. 3. - P. 10-12. – EDN LZYIMS.

2. Khalitova A. R., Sinenko S. A. Comparison of anchor and spacer methods of fastening the enclosing structures of the pit during the construction of buildings and structures. - 2021. - No. 4 (76). - P. 408-419. – EDN ENRCSE.
3. Nepoklonov V.B., Khabarova I.A., Khabarov D.A. Proposals on the use of satellite geodetic equipment in the planning-altitude reference of aerial photographs to update plans at a scale of 1:2000 / V. B. Nepoklonov, I. A. Khabarova, D. A. Khabarov // Models and technologies of environmental management (regional aspect). - 2022. - No. 1(14). – P. 88-95. – EDN UIPAPP.
4. Mustakimov V. R. Monitoring the stability of buildings and fencing of a deep pit after a long period of temporary suspension of construction / V. R. Mustakimov // Eurasian Union of Scientists. - 2018. - No. 4-1(49). - P. 41-46. – EDN XPIEXJ.
5. Nilipovskiy Vasily Ivanovich, Khabarova Irina Andreevna, Khabarov Denis Andreevich// Spatial data infrastructure: experience and development directions (Pp. 138-142)// //Proceedings of the International University Scientific Forum “Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA” ISBN 978-5-905695-87-5

© Новиков А.В., Хабарова И.А., Шушпанов Е.Е., Иванова А.А., 2022
Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №5/2022

Для цитирования: Новиков А.В., Хабарова И.А., Шушпанов Е.Е., Иванова А.А.
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ТОННЕЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА// Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №5/2022