

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**  
**Географічний факультет**  
**Кафедра геодезії та картографії**

На правах рукопису  
УДК: 528.2/.5

**ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІДРОМЕЛІОРАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ З**  
**ВИКОРИСТАННЯМ GNSS ТЕХНОЛОГІЙ**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)  
Галузь знань 19 – «Архітектура та будівництво»  
Спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій»  
Освітня програма «Геодезія та землеустрій»

Кваліфікаційна робота бакалавра  
студента 4 курсу  
освітнього рівня бакалавр  
*Берези Олександра Георгійовича*

Науковий керівник:  
асистент  
*Боднар Сергій Петрович*

Допущено до захисту:  
Протокол засідання кафедри № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

Завідувач кафедри

проф. Даценко Л.М.

**КИЇВ – 2023**

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ГІДРОМЕЛІОРАТИВНІ ЗРОШУВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ТОВАРНМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	8
1.1 Гідромеліоративні зрошувальні системи.....	8
1.2 Механізми підвищення родючості ґрунтів та збільшення продуктивності товарного сільськогосподарського виробництва.....	10
1.3 Нормативно-правова база розробки проєктної документації будівництво гідромеліоративних зрошувальних систем.....	15
1.4. Системи сільськогосподарського поливу: їх класифікація та призначення..	18
Висновки до розділу. ....	21
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТНИЙ, ТЕХНІЧНИЙ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ СУПРОВІД БУДІВНИЦТВА СИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПОЛИВУ .....	22
2.1 Зміст робіт при проєктуванні зрошувальних систем .....	22
2.2. Проєктно-вишукувальні роботи .....	26
2.3. Інженерно-геодезичне вишукування, як частина робочого проєкту .....	30
2.4. Великомасштабне топографічне знімання в гідромеліорації.....	32
Висновки до розділу. ....	36
РОЗДІЛ 3. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ (на прикладі проєкту «Нове будівництво внутрішньогосподарського трубопроводу ТОВ «ОДЕССАРИБГОСП» в межах Ясківської територіальної громади Одеського району Одеської області»).....	38
3.1 Фізико - географічний опис місцевості.....	38

3.2. Технічне завдання та склад підготовчих робіт .....	41
3.2.1. Топографо-геодезичне забезпечення району робіт .....	41
3.2.2 Нормативні вимоги до створення планово-висотної основи. Обґрунтування вибору масштабу .....	42
3.2.3. Рекогностування території проведення топографо-геодезичних робіт.....	45
3.3 Методика виконання топографічних знімачь .....	45
3.3.1 Приладове забезпечення.....	45
3.3.2 Методика виконання польових наземних топографічних знімачь .....	48
3.4 Камеральна обробка результатів польових вимірювань. Укладання цифрового плану місцевості .....	51
Висновки до розділу .....	58
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61

## РЕФЕРАТ

У роботі розглянуто комплекс топографо-геодезичних робіт, які проводяться для забезпечення проектування та будівництва гідромеліораційних зрошувальних систем з метою збільшення обсягів сільськогосподарського товарного виробництва в південних регіонах України.

Представлено класифікацію, структурні елементи та функціональні особливості гідромеліораційних зрошувальних систем та їх складових. Висвітлені основні положення нормативно-правових документів, які регламентують діяльність при проектуванні гідромеліораційних зрошувальних систем та проаналізована специфіка цих робіт. Встановлена роль інженерно-геодезичних вишукувань, які забезпечують отримання вихідного матеріалу для проведення проектної діяльності.

В роботі проаналізовано вибір технології проведення топографо-геодезичних робіт та вимоги щодо їх виконання із застосуванням GNSS-технологій: обґрунтування застосування референцтних станцій мережі ZakPOS, планування періоду проведення топографо-геодезичного знімання з використанням ресурсу Trimble GNSS Planning Online); описані особливості камеральної обробки результатів польових робіт в ПЗ Digital for Windows.

Практично виконаний комплекс топографо-геодезичних робіт з топографічного знімання на ділянці між м. Біляївка та містом Яськи в Одеському районі, Одеській області на території насосної станції площею 4,05 га з використанням GNSS приймача South S760. Результатом камеральних робіт є укладений топографічний план масштабу 1:500, що став основою для розробки проектних рішень, зокрема: створення профілю траси проходження проектного магістрального трубопроводу для системи краплинного зрошення.

**Ключові слова:** гідромеліораційні зрошувальні системи, проектна діяльність, топографо-геодезичні вишукування, GNSS технології, топографічне знімання.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Україна є найбільшим світовим експортером сільськогосподарських культур у світі і в умовах зміни клімату та усунення наслідків війни пошук шляхів підвищення родючості ґрунту задля сталих врожаїв відіграє важливу роль у продовольчій безпеці як і для України, так і для всього світу.

Кліматичні особливості південних та східних областей України полягають в тому, що головним фактором, який обмежує можливість отримання високих та сталих врожаїв сільськогосподарських культур, є недостача вологи у вегетаційний період їх розвитку. Це питання вдалось вирішити в 1950-1991 рр. шляхом створення складної мережі гідромеліоративних зрошувальних систем.

Зволоження ґрунтів штучним методом є одним із найбільш складних і найбільш ефективним елементом комплексної меліорації, який направлений на покращення ґрунтового і мікроклімату з метою задоволення потреб рослин у живленні водою.

Посилаючись на обґрунтований аналіз стану та інвентаризацію зрошувальних земель урядом України здійснено ряд дій пов'язаних з прийняттям низки Законів України направлених на покращення стану управління майновими комплексами гідромеліоративних зрошувальних системах та підвищення ефективності їх використання за призначенням. Окрім цього, впродовж тривалого часу владою різних рівнів підтримується впровадження суб'єктами господарської діяльності в реалізацію проєктних рішень направлених на відновлення, реконструкцію чи нове будівництво зрошувальних систем.

Наявні проблеми із застарілістю інженерних гідротехнічних споруд та мереж тощо.

Слід відмітити, що в результаті збройної агресії РФ, в зоні проведення бойових дій, знищені та пошкодженні зрошувальні системи та нанесена значна шкода довікллю. Зокрема, виведено зі стану дві найпотужніші в Європі зрошувальні системи на півдні України - це Каховська зрошувальна система, яка

забезпечувала зрошення 260 тисяч гектарів сільгоспугідь, та Північно-Кримський канал протяжністю 430 км, яким постачалась дніпровська вода для потреб сільгоспідприємств АР Крим.

Створення проектної документації у сфері будівництва зрошувальних систем потребує виконання інженерних вишукувань, важливою із складових яких є інженерно-геодезичні вишукування. У період виконання будівельно-монтажних робіт геодезичний супровід є необхідним протягом всього періоду створення об'єкту.

В контексті вирішення інженерно-геодезичних завдань сьогодення є використання сучасних GNSS технологій, які набули значного розвитку в світі, зокрема в Україні та допомагають значно підвищити і пришвидшити процес виконання різноманітних видів робіт з створення опорної зйомочної мережі, виконання топографічної зйомки місцевості, розмічувальних робіт, здійснення супроводу будівництва тощо. При цьому найбільш актуальним є використання RTK вимірювань у зв'язку з розвитком базових референцних GNSS станцій на території України.

**Об'єктом дослідження** визначені інженерно-технічні системи забезпечення зрошення сільськогосподарських земель.

**Предмет досліджень** - інженерно-геодезичні вишукування та методика великомасштабного топографічного знімання з використанням GNSS технологій, як частини комплексу геодезичних робіт, що виконуються при проектуванні та будівництві гідромеліораційних мереж та споруд.

**Метою** кваліфікаційної роботи є аналіз геодезичних вишукувань при проектуванні будівництва елементів зрошувальної системи та виконання робіт великомасштабного топографічного знімання території з використанням сучасних GNSS технологій.

**Завданнями дослідження:**

- дослідити структуру гідромеліораційних зрошувальних систем, визначення складових систем зрошення, розподіл на класи, рівень надійності, способи проведення зрошення та інше; ознайомитись та

проаналізувати вимоги щодо виконання інженерно-геодезичних робіт, які проводяться при проєктуванні гідромеліоративних зрошувальних систем;

- ознайомитись з нормативно-правовою документацією, яка використовується при створенні проєктної документації;
- проаналізувати ефективність застосування GNSS-технологій при виконанні топографо-геодезичних вишукувань;
- описати особливості виконання топографо-геодезичної зйомки та камеральну обробку результатів даної зйомки як основи для створення проєктної документації.

Кваліфікаційна робота складається з трьох розділів, нараховує 1 таблицю, 1 схему, 16 рисунків, 4 формули, використано 43 джерела загальним об'ємом роботи – 64 сторінки.

# РОЗДІЛ 1. ГІДРОМЕЛІОРАТИВНІ ЗРОШУВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ТОВАРНМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

## 1.1 Гідромеліоративні зрошувальні системи.

*Гідромеліоративна зрошувальна система* включає комплекс взаємопов'язаних інженерних споруд та устаткування, які поєднуються в одне ціле своїм спрямуванням на штучне підвищення врожайності земель шляхом підтримання в кореневмісному шарі ґрунту на зрошувальній ділянці з несприятливими кліматичними умовами водно-сольового режиму з метою одержання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

Зрошення здійснюється транспортуванням води від певного джерела до зрошувальної ділянки та подальшим способом подачі транспортованої води безпосередньо до сільськогосподарських культур. Джерелом може бути водний об'єкт розрахункової здатності водопостачання (річка, озеро, штучно створена ємність, свердловина та інші), властивості води в якому відповідають визначенню придатності для зрошення без обмежень або з можливими допустимими обмеженнями . [14, 28, 37]

За виробничою потужністю розрізняють наступні типи гідромеліоративних зрошувальних систем:

- міжреспубліканські,
- міжобласні,
- міжгосподарські,
- внутрішньогосподарські.

При встановленні основних характеристик гідромеліоративних систем керуються поділом території України на п'ять основних ґрунтово - кліматичних зон: полісся, лісостеп, північний степ, південний степ, гірські райони Карпат та Криму.

За площею зрошення, яка ними обслуговується, споруди гідромеліоративних зрошувальних систем визначаються за **класами**:

- понад 300 тис. га - 1 клас
- від 100 до 300 тис. га включно - 2 клас
- від 50 до 100 тис. га - 3 клас
- від 50 тис. га і менше - 4 клас

Допустимий рівень надійності гідромеліоративних систем, що проектуються в залежності від класу споруд повинен становити не менше 0,85-0,90. Клас надійності нагірних каналів слід приймати рівним класу споруди, яку потрібно захистити [11].

Водозбірна споруда направляє в необхідно визначених об'ємах воду у зрошувальну мережу, яка може складатись з каналів та трубопроводів. Зрошувальна мережа має поділ на **постійну**, що підводить воду до відповідних земельних ділянок, а також **регульовано-розгалужену** систему трубопроводів безпосередньо по зрошувальній ділянці.

До **структурних елементів зрошувальних систем** можуть належати дренажні системи для збирання та відведення надлишкових вод, гідротехнічні споруди для додаткового керування та контролю науково обґрунтованої норми поливу, лісосмуги для захисту від впливової дії вітру та як додатковий елемент створення сприятливих умов мікроклімату, експлуатаційні дороги (переважно ґрунтові) для доступу до окремих елементів мереж так і до всього поля, а також додаткові будівлі та споруди. Наявність необхідних елементів зрошувальної системи визначається обґрунтованими проектними рішеннями за конструктивними, експлуатаційними, природоохоронними, безпековими та іншими вимогами.

Незалежно від типу і конструкції зрошувальна система має задовольнити наступні вимоги:

- подавати воду на ділянку зрошення в будь-який час з можливістю забезпечення науково-обґрунтованою та контрольованою нормою поливу;

- працювати з мінімальними втратами води на випаровування, фільтрацію та технологічні скиди;
  - займати мінімальну площу відчуження земельних ділянок під конструктивні елементи зрошувальної системи;
  - Забезпечувати рівномірний якісний полив та збереження родючого шару ґрунту від впливу планованої діяльності;
  - мати мінімально обґрунтовану вартість будівництва, можливість якісної експлуатації системи зрошення та енергоефективність і енергозбереження;
  - забезпечувати проектну врожайність сільськогосподарських культур.
- [11,14,28,37]

## **1.2 Механізми підвищення родючості ґрунтів та збільшення продуктивності товарного сільськогосподарського виробництва**

Підвищення родючості ґрунтів можливе за умови використання методів меліорації, які спрямовані на різні компоненти природи та мають різні способи впливу на ґрунти. Відповідно обґрунтовані заходи з меліорації підвищують родючість ґрунтів (що, як наслідок, збільшує продуктивність товарного виробництва), допомагають раціонально використовувати землі, призначені для товарного сільськогосподарського виробництва, залучати непридатні території та використовувати відповідну сільськогосподарську техніку.

Впроваджені такі методи меліорації [14,28,37]:

*Гідротехнічна меліорація* - це покращення родючості, яке здійснюється шляхом зрошення, осушення, обводнення, боротьба з ерозією та будь-які інші заходи, спрямовані на покращення водних та ґрунтових характеристик. Основними гідротехнічними спорудами є будівництво каналів, дренажних систем, водосховищ, трубопроводів та інших мереж.

Одним із основних чинників підвищення родючості ґрунтів є створення гідромеліоративних зрошувальних систем.

Під впливом води розчиняються солі та інші поживні речовини в кореневмісному шарі ґрунту, надаючи підвищення можливості споживання поживних речовин та створення особливого мікроклімату в приземистій частині формування кущів сільськогосподарських культур.

Наявність вологи в верхній частині орного шару ґрунту підтримується кліматичними умовами місцевості та в більшості характеризується дефіцитом вологи в літній період пори року.

Ґрунтові води утворюються за рахунок фільтраційних особливостей перетоку поверхневих вод в нижні горизонти ґрунту та додатковою можливістю підживлення високим рівнем стояння підземних ґрунтових вод.

Підняття горизонтів ґрунтових вод до критичного рівня створює можливість їх контактування із запасами вологи в верхній частині орного шару ґрунту, переміщуючи таким чином на поверхню розчинені солі.

Глибина ґрунтових вод має забезпечити оптимальну вологість ґрунту у вегетаційно - поливний період. Рівень ґрунтових вод повинен бути на глибинах більших за критичні.

У вегетаційно-поливний період підвищення рівня ґрунтових вод понад два тижні може негативно вплинути на структуру ґрунту та сільськогосподарські культури. Підвищення рівня ґрунтових вод також може призвести до вторинного засолення ґрунтів.

Технічні рішення щодо створення гідромеліоративних зрошувальних систем як основного механізму підвищення родючості ґрунтів, тісно пов'язані з вибором схеми поливу з метою створення необхідного водного режиму в кореневмісному шарі ґрунту та контролю рівня чи скидання за необхідності підземних вод у разі їх підняття вище критичного рівня. При цьому повинні бути забезпечені:

- ощадне використання земельних, водних і паливно-енергетичних ресурсів;
- використання високопродуктивної сільськогосподарської техніки для обробки гідромеліоративних зрошувальних систем;
- високої продуктивності праці при експлуатації гідромеліоративних зрошувальних систем;

- комплексна автоматизація технологічних процесів;
- можливості внесення добрив, хімічних меліорантів із зрошувальною водою
- дотримання вимог охорони навколишнього природного середовища шляхом вирішення задач раціонального природокористування у відповідності з очікуваним станом природного середовища;
- дотримання санітарно-гігієнічних вимог.

*Агротехнічна меліорація* - це комплекс заходів, спрямованих на вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур та їх захисту від шкідників та хвороб. Агротехнічна меліорація включає в себе заходи з вибору оптимального режиму внесення добрив та здійснення заходів по боротьбі з шкідниками та хворобами рослин, виконання робіт з поліпшення якості ґрунту шляхом піскування, гіпсування, внесення органічних речовин, розпушення тощо.

*Культуртехнічна меліорація*, що являє собою сукупність заходів з підготовки земної поверхні для задоволення сільськогосподарських потреб шляхом видалення дерев, кущів, вирівнювання поверхні, збирання каміння, попередня обробка, оптимальний науково обґрунтований вибір сівозмін, тощо.

*Агролісотехнічна меліорація*, базується на пом'якшенні мікроклімату та зменшенню впливу вітру шляхом створення лісонасаджень, які мають полезахисні та протиерозійні функції. [14,28,37]

Вище наведені основні методи меліорації часто комбінують з метою досягнення поставленої мети. Меліоративна діяльність супроводжується втручанням у природні особливості території запланованої діяльності, тому вимагає оцінку впливу на довкілля відповідно до вимог чинного законодавства.

*Рекультивація земель* – сукупність меліоративних заходів спрямованих на відновлення родючості ґрунту, порушення яких є результатом діяльності людей. Рекультивація земель регламентована Законом України, «Про рекультивацію земель». Даний метод меліорації включає **технічний** та **біологічний** етапи. [14,28]

**Перший** передбачає видалення забрудненого чи пошкодженого верхнього шару ґрунту та його заміна на новий, внесення добрив та інших матеріалів, які підвищують родючість ґрунту; укладання дренажних систем для забезпечення

оптимальної вологості ґрунту; встановлення систем зрошення для забезпечення рослин водою; посадка нових рослин, які допомагають у відновленні ландшафту та підвищенні родючості ґрунту; захист рослин від хижаків та хвороб, відновлення території зеленими насадженнями та іншими природними елементами ландшафту.

*Другий* – відновлення ґрунтового покриву, використання насіння, що відповідає природному абіотичному середовищу, і застосування біологічних препаратів (добрив) для покращення родючості ґрунту. [14,28]

На продуктивність сільськогосподарського товарного виробництва впливає втручання в ґрунти, надра, водне середовище, біорізноманіття, повітря факторів, які є наслідком вторгнення росії. Так, на територіях бойових дій в результаті використання зброї та створення фортифікаційних споруд знищуються полезахисні лісосмуги, погіршується стан ґрунту, шумовий, вібраційний, соціальний вплив та вплив на здоров'я людей.

Також наявне хімічне забруднення від обстрілів, чим збільшують в атмосфері парникові гази, що сприяє зміні клімату. Різноманітні уламки снарядів та згорілої техніки є джерелом негативного впливу на стан ґрунту та на ґрунтові води. Спорудження оборонних споруд (бліндаж, окоп), вибухи бомб, ракет та воронки від них, згоріла техніка, викиди забруднюючих речовин від роботи техніки завдають шкоди ґрунту в прямому, і в наслідковому порядку. Виділяють механічне пошкодження (зміна структури ґрунтового покриву) та фізичне, що шкодить мікроорганізмам та стає результатом погіршення родючості ґрунтів.

Хімічне - в результаті витоку палива, горючої рідини, що призводить до потрапляння небезпечних токсинів в водоносні горизонти та рослини.

Пошкодження лісових насаджень в результаті військової агресії РФ характерне на всій території проведення бойових дій. Знищення штучних лісів на сході та півдні, зокрема на Херсонщині, призводить до поширення пустелі, а в Луганській області – проблема зміни мікроклімату та водного балансу. З винищенням полезахисних лісосмуг підвищується шкідлива дія вітру та збільшується ерозія ґрунту. В контексті меліоративних систем лісосмуги є

важливим елементом захисту від негативних процесів природи та підвищення родючості. Руйнуванню підлягають інші інженерні мережі та споруди - дороги, канали, повітряні лінії електропередачі тощо.

Відновлення екосистеми пошкоджених територій потребуватиме часу, фінансових та трудових затрат, що в значній мірі підвищить необхідність в більш раціональному на плодитому використанні неушкоджених територій в контексті сільськогосподарського товарного виробництва.

Використання заходів з меліорації вимагають проведення постійного моніторингу та контролю з метою збереження довкілля.

Значним впливом в порушення сталого рівня екосистеми має зниження рівня води річки Дніпро в зоні Каховського водосховища, викликане веденням бойових дій. Ці дії призводять до порушення водного режиму обслуговування Запорізької атомної електростанції, на екологічний стан основного русла річки Дніпро та на стан рибних запасів. Затоплена докова частина розташування насосних агрегатів Головної насосної станції Каховської зрошувальної системи, які забезпечували механічну подачу води. Стало неможливим використання за призначенням самопливного водозабору Головної водозабірної споруди Північно-Кримського каналу в м. Нова Каховка. Це призвело до загального порушення експлуатаційного режиму роботи самих більших в Європі зрошувальних систем на півдні України. [19,21,25,33,43]

Вищеперераховані наслідки призводять до глобальних змін гідрогеологічного режиму підземних вод, які були науково-сформовані сталим режимом їх стану та напрямків руху за останні десятиліття експлуатації зрошувальних систем.

### **1.3 Нормативно-правова база розробки проєктної документації будівництва гідромеліоративних зрошувальних систем**

Використовуючи офіційні статистичні дані в Україні обліковується 1,8 млн. га гідромеліоративних зрошувальних земель. За інформативною довідкою Міністерства аграрної політики та продовольства України у 2021 році фактично зрошувалося близько 600 тис. га сільськогосподарських угідь. А на 2023 рік землі, які планують зрошувати, нараховують 147 тис. га.

Сучасний стан гідромеліоративних зрошувальних систем оцінюється як незадовільний за наступними показниками:

- незадовільний технічний стан та висока енергоємність подачі води на зрошення;
- порушення технологічної цілісності водокористування та способів водовідведення;
- великими фільтраційними втратами води на шляху транспортування до поля;
- збитки та руйнації гідромеліоративних зрошувальних систем внаслідок військової агресії російської федерації.

На виконання плану заходів з реалізації «Стратегії зрошення та дренажу на період до 2030 року» затвердженого розпорядженням КМУ від 21 жовтня 2020р. №1567 для нарощування потенціалу меліоративних зрошувальних систем розроблено та прийнято наведені нижче нормативно-правові акти:

- Закон України від 17 лютого 2022 р. №2079-IX «Про організації водокористувачів та стимулювання гідротехнічної меліорації земель», який прописує правові механізми для безпечного інвестування в існуючу меліоративну інфраструктуру та будівництво нової меліоративної інфраструктури для сталого розвитку зрошуваного землеробства в умовах змін клімату.

- Розпорядження КМУ від 12 серпня 2022р. №714-р «Про передачу цілісних майнових комплексів державних підприємств, установ та організацій до сфери управління Державного агентства меліорації та рибного господарства».
- Постанова КМУ від 30 серпня 2022р №973 «Про внесення змін до постанов КМУ від 08 лютого 2017р №77 від 11 жовтня 2021р №10701» з метою удосконалення механізму державної підтримки у відновленні меліоративних зрошувальних систем.
- Постанова КМУ від 30 серпня 2022р №974 «Про визначення рівнів показників продуктивності насосних станцій, які передані у власність організації водокористувачів» з метою забезпечення відновлення насосних станцій меліоративних зрошувальних систем.
- Постанова КМУ від 27 серпня 2022р №962 «Про затвердження модельного статуту організацій водокористувачів» як установчого документу для створення та провадження діяльності організацій водокористувачів. [25]

Необхідність виконання робіт зі створення чи відновлення гідромеліоративних зрошувальних систем визначається на основі аналізу їх сільськогосподарського використання, джерела водопостачання, топографо-геодезичних, гідрологічних-меліоративних, складових водного і сольового балансу кореневмісного шару ґрунту, економічних, соціальних, екологічних умов та інших факторів.

Зрошувальна система є одним із елементів меліорації земель, та включає комплекс взаємопов'язаних споруд, пристроїв, інженерних мереж, за допомогою яких забезпечується підтримання в кореневому шарі ґрунту зрошувального масиву оптимального водно-сольового режиму з метою отримання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

До складу проекту зрошувальної системи входять інженерні мережі та споруди цільового призначення за класом наслідків (відповідальності) середні наслідки СС2 та III категорії складності, що визначаються проведенням розрахунків згідно ДСТУ 8855:2014 «Визначення класу наслідків (відповідальності)». [11, 13]

Основним нормативним документом в створенні системи зрошення, який встановлює правові та організаційні основи містобудівної діяльності і спрямований на забезпечення сталого розвитку територій з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів - є Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності». Також слід відмітити необхідність дотримання Законів України «Про оцінку впливу на довкілля», «Про охорону археологічної спадщини», «Про рекультивацію земель», «Про меліорацію земель», «Про охорону земель», «Про державний контроль за охороною та використанням земель», «Про державний земельний кадастр», «Земельний кодекс України», «Водний кодекс України» та інші.

До основних нормативних документів з проектування гідромеліоративних зрошувальних систем слід віднести:

- ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»,
- ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи та споруди»,
- ДСТУ Б.А.2.4-4:2009 «Основні вимоги до проектної та робочої документації» та інша нормативна документація, яка пов'язана з вимогами та нормами, обумовленими необхідністю виконання обов'язкових розділів проекту гідромеліоративних зрошувальних систем.

Проекти систем зрошення розробляються з врахуванням результатів науково-дослідних робіт, які розроблені інститутом Водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України та іншими науково-дослідними організаціями, включаючи використання інформації щодо діючих об'єктів-аналогів. [9]

За результатами топографо-геодезичних вишукувань приймаються рішення щодо розгляду альтернативних варіантів вибору джерела зрошення, типу системи, способу подачі води, способу проведення поливу та інше. Визначенні питання повинні бути враховані при розробці розділу проекту енергоефективності та енергозбереження використанням матеріалів автореферату наукових засад управління водорозподільчих систем на принципах ресурсо- та енергозаощадження, розроблені Поповим В.М. [31]

Важливим елементом при проведенні топографо-геодезичних робіт є виявлення видимих та невидимих існуючих курганних насипів, курганних груп та поселень різних епох пізнього періоду з метою встановлення їх охоронних зон та виокремлення із зон впровадження планованої діяльності згідно з вимогами Закону України «Про охорону археологічної спадщини».

#### **1.4 Системи сільськогосподарського поливу: їх класифікація та призначення**

Для забезпечення підтримання в кореневому шарі ґрунту ділянки зрошення науково обґрунтованого оптимального водно-сольового режиму з метою з метою здійснення завдань по підвищенню врожайності товарного сільськогосподарського виробництва використовують гідромеліоративні зрошувальні системи. Їх класифікація пов'язана з кліматичними, ґрунтовими, геоморфологічними, гідрогеологічними, біологічними, водогосподарськими, економічними та іншими факторами, що зумовлює різні технологічні способи підведення води до відповідних ділянок зрошення.

Великі зрошувальні системи проєктуються у комплексі з заходами щодо сільськогосподарського освоєння зрошувальних земель. За приклад можна взяти будівництво найбільшої в Європі Каховської зрошувальної системи, до складу якої включена промислова зона та житловий масив Светлово в м. Каховці Херсонської області для обслуговування будівельників та служби експлуатації системи зрошення.

**Основні типи зрошувальних систем** базуються на особливостях їх класифікацій, а саме:

- за *геоморфологічним розміщенням*:
- передгірна – характеризується без гребельним типом водозабору з механічним підйомом. Головні канали розташовані під гострим кутом до направлення похилу місцевості;
- долинна – водозабір без гребельний з механічним підйомом;

- водороздільна рівнина і плато – магістральний канал проходить по водорозділу з двостороннім командуванням або відходить з похилом менше похилу річки. Водозабір передбачається з механічним водопідйомом.

- за **конструкцією системи сільськогосподарського поливу** поділяються на:

- відкрита – конструктивні елементи зрошувальної мережі виконані у вигляді відкритих каналів або лотків (приклад – Олександрівський магістральний канал, система розподільчих відкритих каналів та лоткова мережа з водовипусками в зрошувальні канали в земляному руслі канали Скадовського району Херсонської області);
- закрита – всі елементи транспортуючої частини зрошувальної мережі виконані із напірних або безнапірних труб;
- комбінована – наявність відкритих каналів різних порядків та закритих трубопроводів.

- за **способом водоподачі**:

- з самопливним водозабором – вода поступає із джерела зрошення самопливом (наприклад Північно-Кримський канал довжиною 430км з водо випускною спорудою з річки Дніпро поруч з Каховською ГЕС в верхньому б'єфі);
- з механічним водопідйомом – подача води здійснюється насосною станцією (наприклад Каховський магістральний канал довжиною 130км. Підйом води здійснюється Головною насосною станцією з річки Дніпро на вишину 19м насосно-силовими агрегатами в кількості 14 штук загальними витратами 500 куб.м/сек., розрахованими на дві черги будівництва);
- самопливно-напірна – поливна вода транспортується по закритих трубопроводах за рахунок напору, створеного похилом місцевості.

- за **ступенем капітальності**:

- стаціонарна - всі конструктивні елементи системи зрошення включаючи поливну техніку займають постійне місце, визначене проєктом
- нестаціонарна – водозабірна споруда, насосна станція і зрошувальна мережа займають постійне місце, а поливна техніка в процесі поливу переміщається по полю

- пересувна – всі елементи системи зрошення розбірні, а поливна техніка в процесі поливу переміщується з позиції на позицію.

Існуючі методи поливу:

- поверхневий метод поливу по борознам, смугах чи чеках. Система зрошення з поверхневим поливом застосовується на ділянках, де дощування не забезпечує розрахункового водного режиму ґрунтів;
- поверхневий метод поливу за допомогою дощувальної техніки сучасної конструкції з електроприводом опорних візків на гумовому ході кругової, секторної, фронтальної та фронтально-поворотної дії з дощувальними апаратами різних конструкцій, включаючи дрібнодисперсні. Цей метод є найбільш поширеним, доцільним та ефективним для зрошення сільськогосподарських культур, включаючи високостеблеві;
- краплинне зрошення за допомогою поліетиленових труб діаметром 16мм з вмонтованими в них крапельницями водовипусками на необхідній відстані між собою та витратами води 0,8-1,2 л/год. Відстань між поливними трубами визначається відстанню міжряддя сільськогосподарських культур, переважно застосовується для овочевих культур;
- краплинне підґрунтове зрошення з розташуванням поліетиленових труб з водовипусками - крапельницями, розташованими на відстані 37-41 см від поверхні землі, відстань між поливними трубами - крапельницями визначається відстанню міжряддя сільськогосподарських культур чи іншими вимогами;
- системи лиманного зрошення, які характерні для малонаселених районів з використанням степових ділянок, річкових долин чи заплав річок.

До особливостей вище названих методів поливів відноситься зрошення садів плодкових культур, рисові системи. [11,28,37,38]

### **Висновки до розділу.**

У ході дослідження теоретичних основ проведено розгляд об'єкту досліджень інженерно-технічних систем та комплексів, що забезпечують зрошення сільськогосподарських земель.

Визначені складові систем зрошення, включаючи територіальний поділ України на основі ґрунтово - кліматичні зони, класи меліоративних систем, допустимий рівень надійності та інше.

Розглянуті способи проведення зрошення, їх конструктивні особливості, недоліки та умови визначення придатності при виборі альтернативного варіанту.

Визначено документи, що регламентують галузеві вимоги, порядок та точність виконання інженерно-геодезичних вишукувань.

Також розглянута здатність джерела водопостачання для забезпечення розрахункових обсягів водопостачання, визначених при проєктуванні системи краплинного зрошення.

## **РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТНИЙ, ТЕХНІЧНИЙ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ СУПРОВІД БУДІВНИЦТВА СИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПОЛИВУ**

### **2.1 Зміст робіт при проєктуванні зрошувальних систем**

Дії суб'єктів підприємницької діяльності при створенні системи зрошення регламентовані Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності». Разом з іншими нормативними галузевими документами є державні будівельні норми України ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи та споруди»

Основними конструктивними елементами системи зрошення є джерело водопостачання ( річка, став збору поверхневих вод, свердловина та інші) насосні станції, мережі трубопроводів чи відкриті канали для транспортування води та техніка поливу.

При виборі способу зрошення та техніки поливу враховуються кліматичні, геоморфологічні, ґрунтові, гідрологічні, біологічні, господарські, водогосподарські, економічні, історико-культурні та інші фактори.

Для прийняття рішення щодо планованої діяльності та техніко-економічного обґрунтування на початковому етапі необхідно мати матеріали вишукувань, основними із яких є:

- інженерно-геодезичні вишукування;
- гідрогеолого-меліоративні вишукування;
- вишукування щодо наявності об'єктів історико-культурної спадщини

(видимі та невидимі курганні насипи, поселення епох різних періодів та інше).

Інвестиційний період створення системи зрошення включає в себе наступні основні етапи:

1. Розробка проєктно - кошторисної документації.
2. Проведення підготовчих та будівельно-монтажних робіт.
3. Експлуатація створеної зрошувальної системи в передбаченому проєктному режимі

#### 4. Проведення моніторингу в період планованої діяльності.

Сучасні умови експлуатації гідромеліоративних зрошувальних систем характеризується застосуванням багатотарифних лічильників електроенергії, що дає змогу заощадити значні кошти на електроенергію, в середньому до 21%.

За робочими характеристиками насосні агрегати при паралельній схемі приєднання по створеному тиску води та витратах лінійним та нелінійними потужними характеристиками повинні бути однаковими та визначеними завдяки застосування засобів вимірювальної техніки сучасної конструкції.

Засоби вимірювальної техніки повинні проходити періодичну перевірку у сфері державного метрологічного контролю.

Засувки, зворотні клапани та автоматичні пристрої звільнення трубопроводів від повітря повинні використовуватися в працездатному стані. Сміттеутримувальні решітки на входній частині всмоктуючих пристанційних трубопроводах необхідно утримувати в очищувальному стані, не допускаючи перепаду води конструкції як більше 10 см. Особливістю експлуатації транспортуючої та розподільчої мережі трубопроводів є функціональна залежність енергоємності від обсягів водоподачі.

Ефективно повинно бути використана технологія управління водорозподілом води «за потребою», та управління електроспоживанням електродвигунів. Насосні агрегати маючи високий коефіцієнт корисної дії 81.54% повинні працювати з високим коефіцієнтом завантаження відповідно до характеристик, наданих заводом виробником. Удосконалена методика управління насосно-силовими агрегатами в період експлуатації шляхом використання частотного перетворювача та плавного пуску електродвигуна надасть змогу знизити витрати електричної енергії в середньому на 12%.

Жорсткість внутрішньої поверхні поліетиленових труб мінімальна, нездатна до посиленого внутрішнього обростання на відміну від металевих, чим зменшено опір тертя при переміщенні поливної води.

На кожному етапі виконується технічний супровід, суть якого полягає в якісному досягненні постановленої мети.

Проектно-кошторисна документація виконується шляхом прийняття відповідних технічних рішень під керівництвом сертифікованого спеціаліста відповідної кваліфікації – головного інженера проекту.

Підставою для розробки проекту є:

- завдання на виготовлення проекту, наданого Замовником за погодженням Проектувальника;
- містобудівні умови та обмеження, надані відповідним відділом містобудування, архітектури та захисту довкілля, включаючи право на користування чи володіння земельною ділянкою;
- технічні умови на приєднання до інженерних мереж.

До складу проектно-кошторисної документації при двохстадійному проектуванні входять наступні підрозділи [8]:

- відомості про стадії проектування, черговість будівництва та пускові комплекси
- обґрунтування про прийняття способу поливу, визначення розрахункових параметрів та основних технічних рішень;
- основні техніко-економічні показники генерального плану будівництва;
- заходи з пожежної безпеки, охорони праці, блискавкозахисту, цивільного захисту та рішення щодо доступності об'єктів для мало мобільних груп населення;
- рішення щодо встановлення приладів обліку поливної води;
- оцінка впливу на навколишнє середовище від планованої діяльності;
- організація виконання будівельно-монтажних робіт;
- кошторисна документація;
- розрахунки визначення класу наслідків (відповідальності) по об'єкту будівництва в цілому;
- робочі креслення.

Розроблений відповідно до чинного законодавства проект нового будівництва, реконструкції чи капітального ремонту підлягає проведенню комплексної експертизи з послідуочим внесенням Проектувальником змін,

доповнень та виправленням помилок, які встановлені уповноваженою експертною організацією.

Замовник виконує затвердження проектно-кошторисної документації та отримує в Державній інспекції архітектурного містобудування дозвіл на початок виконання будівельних робіт.

Генеральна будівельна організація визначається Замовником за результатами розгляду матеріалів, наданих учасниками тендерних торгів згідно до тендерної пропозиції.

Генеральна будівельна організація повинна мати досвід у виконанні будівельно-монтажних робіт по створенню систем зрошення, ліцензію на право виконання робіт, склад досвідчених спеціалістів, відповідні машини та механізми.

До складу будівельно-монтажних робіт відносяться: підготовчий період, будівельно-монтажні роботи, пусконаладжувальні роботи (включаючи пробний полив) та проведення комісії з прийняття закінченого будівництвом об'єкту.

При виконанні будівельно-монтажних робіт генеральний підрядник виконує постійний контроль якості виконання робіт власними силами та силами субпідрядних організацій шляхом:

1. розроблення проекту виконання робіт та дотримання його вимог;
2. ведення журналу виконання загально-будівельних робіт;
3. веденням журналу вхідного контролю якості будівельних матеріалів, які поступають на будівельний майданчик;
4. ведення журналу зварювальних робіт;
5. складання актів на приховані роботи перед послідуєчим етапом проведення робіт;
6. забезпечення виконавчими кресленнями та надання сертифікатів на використані в процесі будівництва матеріали і обладнання.

На термін виконання будівельно-монтажних робіт Замовник зобов'язаний забезпечити супровід процесу будівництва та якості виконання робіт інженером з технічного нагляду, який має кваліфікаційний сертифікат відповідного напрямку виконання робіт, а також наказ про призначення на посаду.

Інженер з технічного нагляду не може бути працівником Замовника чи Підрядника.

З метою виконання будівельно-монтажних робіт відповідно до прийнятих проектом технічних рішень, виконаних робіт та якості використаних матеріалів замовник зобов'язаний забезпечити супровід процесу будівництва відповідальною особою з авторського нагляду та забезпечити можливість його участі у будівництві об'єкту, відповідно до складеного графіку проведення авторського нагляду.

Інженер з авторського нагляду призначається наказом проектної організації із складу кваліфікованих спеціалістів розробленого проекту.

На протязі терміну створення об'єкту будівництва з розпочатку проектування до терміну введення в експлуатацію закінченого будівництвом об'єкту контроль робіт здійснюється Державною інспекцією архітектури та містобудування України, яка на завершальному етапі за поданням Замовника затверджує декларацію про ведення закінченого будівництва об'єкту в експлуатацію.

## **2.2. Проектно-вишукувальні роботи**

Проектно-вишукувальні роботи включають науково-технічну діяльність з дослідження властивостей об'єктів середовища, які передбачають роботи з отримання необхідних та встановлених нормативною документацією вихідних даних для прийняття оптимальних рішень при проектуванні.

Основні положення і вимоги щодо проведення проектно-вишукувальних робіт для будівництва на території України встановлені в Державних будівельних нормах ДБН А.2.1-1:2014. У зв'язку з тим, що система зрошення включає до складу комплекс взаємопов'язаних споруд і пристроїв то додаткові вимоги до інженерних вишукувань установлюються відповідними галузевими нормативними документами.

На цьому етапі вивчаються геологічні, гідрогеологічні, геоморфологічні, ґрунтові та інші характеристики території, а також визначаються межі та площі ділянок землі.

Проектно-вишукувальні роботи виконуються згідно з технічним завданням та програмою, складеною Замовником впровадження планованої діяльності за погодженням з Виконавцем. [7,8,26,36]

Перелік інженерних вишукувань для меліоративного будівництва складається із наступних видів:

- інженерно-геодезичні вишукування;
- інженерні гідрогеолого-меліоративні вишукування, включаючи властивості води джерела водопостачання;
- інженерно-гідрометеорологічні вишукування;
- вишукування для раціонального використання навколишнього середовища та визначення факторів, джерел та видів можливого впливу на довкілля.

*1. Інженерно-геодезичні вишукування* - дають розуміння про фактичне розміщення наявних інженерних мереж та споруд, геометричні характеристики ділянки та об'єктів, а також інформацію про рельєф. На основі результатів інженерного вишукування здійснюють складання генеральних планів, поздовжніх та поперечних перерізів, здійснюють проектування складу розділів проекту. Інженерно-геодезичні матеріали дійсні до 1 року.

До складу інженерно-геодезичних вишукувань входять наступні етапи:

*Підготовчий* – отримання технічного завдання на виконання інженерно-геодезичних вишукувань засновника за участі виконавця та генерального проектувальника, збирання та аналіз вишукувань минулих років, рекогносцирувальне обстеження території, складання програми вишукувань.

*Польовий* – виконання комплексу вимірювань на ділянці розташування об'єкту будівництва та попередня обробка даних щодо їх якості виконання, повноти та точності вимірювань

*Камеральний* – оброблення результатів польових вимірювань на завершальному етапі, складання звіту та передавання замовнику згідно до акту виконаних робіт.

Крім того, до складу інженерно-геодезичних вишукувань можуть входити інші етапи, залежно від специфіки проекту і вимог Замовника. Наприклад, це можуть бути етапи вивчення екологічних умов території, експертні обстеження існуючих споруд та комунікацій, визначення геодинамічних умов, створення тимчасових реперів для висотної прив'язки інженерних мереж та споруд та інші.

Інженерно-геодезичні вишукування є важливим етапом перед будівництвом будь-якої інженерної споруди або комунікації. Вони дозволяють зробити повний аналіз технічних і природних умов території та створити проект, що відповідає вимогам безпеки, економічної доцільності та екологічної безпеки. [7,8,26,36]

**2. Інженерні гідрогеолого-меліоративні вишукування.** Згідно до вимог ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво» для нового будівництва системи зрошення не допускається розроблення проектної документації без інженерно гідрогеолого-меліоративних вишукувань виконаних в повному обсязі, передбаченому завданням.

При реконструкції та капітальному ремонті об'єктів необхідно виконувати уточнюючі рішення раніше виконаних інженерних вишукувань та інструментального обстеження об'єктів.

Інженерні гідрогеолого-меліоративні вишукування відносяться до галузевих інженерних вишукувань, тому виконуються гідрогеолого - меліоративними лабораторіями обласних басейнових управлінь водних ресурсів річок Державного агентства водних ресурсів України, які мають атестовані випробувальні лабораторії відповідного напрямку досліджень.

До технічного завдання на виконання інженерних гідрогеолого-меліоративних вишукувань входять наступні види вишукувань:

Характеристика природних умов району дослідження, а саме:

- кліматичні умови;
- рельєф та геологічна будова;

- гідрогеологічні умови;
- ґрунтові умови;

Гідрогеолого-меліоративний стан земель, а саме:

- залягання рівня ґрунтових вод;
- характеристика засолення та солонцюватості ґрунтів;
- агрохімічні показники ґрунтів;
- якість поливної води.

Термін дії результатів інженерно-геологічних вишукувань складає 5 років.

Системи зрошення на землях сільськогосподарського товарного виробництва належить до другої категорії видів планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати вплив на довкілля та підлягають оцінці впливу на довкілля згідно із ст.3, п.3, п.п. 2 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля». [6,7, 13,33]

З метою запобігання негативного впливу довкілля, забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів у процесі прийняття проектних рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля з урахуванням державних громадських та приватних інтересів відповідно до вимог ДБН А.2.2-1:2021 у складі проекту повинен бути розроблений розділ оцінки впливу на навколишнє середовище (надалі ОВНС). [9]

Розділом проекту ОВНС під час виконання будівельних робіт та впровадження планованої діяльності передбачається опис і оцінка впливу на наступні фактори:

- ґрунти та землі;
- водне середовище;
- оцінка впливу на клімат і мікроклімат;  
біорізноманіття (флора та фауна);
- оцінку впливу викидів в атмосферу забруднюючих речовин;
- шумове, вібраційне, світлове, теплове та радіаційне забруднення, а також випромінювання;
- операції у сфері поводження з відходами;

- оцінка ризику для здоров'я людей та соціальне середовище;
- оцінка впливу на об'єкти культурної спадщини включаючи кургани, курганні групи та поселення епох різних періодів.

Враховуючи вищенаведене та з метою виконання звіту з оцінки впливу на довкілля, висновуємо про необхідність додаткового виконання інженерних вишукувань відповідно до кожного підрозділу ОВНС у складі пояснювальної записки. [9]

Об'єкти культурної спадщини разом з їх охоронними зонами проектними рішеннями повинні бути винесені за межі зони впровадження планованої діяльності.

Висновком з оцінки впливу на довкілля щодо погодження на провадження планованої діяльності передбачається програма моніторингу та контролю щодо впливу на довкілля під час провадження планованої діяльності, особливо за рівнем ґрунтових вод, що може викликати вторинне засолення ґрунтів на значній площі.

Виконана проектно - кошторисна документація підлягає проведенню комплексної експертизи на правильність прийняття технічних рішень, відповідності існуючій законодавчій, нормативної документації та інше за заявкою Замовника чи Проектувальника. [7-9, 13,36]

### **2.3. Інженерно-геодезичне вишукування, як частина робочого проекту**

Інженерно-геодезичне вишукування являє собою цілковите топографо-геодезичне вивчення території в результаті якої створюють зйомочну основу, здійснюють топографічну зйомку та зйомку підземних комунікацій, складають топографічні плани (1:5000 – 1:200) в графічному та цифровому форматі, за необхідності оновлюють топографічні плани минулих років тощо. Результатом інженерно-геодезичних робіт Виконавцем надається звіт з відповідними додатками складеними згідно з технічним завданням на виконання робіт.

Склад інженерно-геодезичних робіт:

1. Робота розпочинається з аналізу всіх доступних та наявних літературних джерел, картографічних матеріалів попередніх років, обстеженням території, вибором відповідних методів вимірювання.
2. Створення зйомочної основи, закріплення на території геодезичних знаків.
3. Топографічна зйомка території, визначення обраним методом планового та висотного положення об'єктів (річок, будівель, ЛЕП, контурів лісосмуг, доріг тощо).
4. Встановлення наявності та зйомка підземних комунікацій: визначення планово-висотного розташування комунікацій та споруд (трубопроводи, підземні кабелі зв'язку, колодязі тощо).
5. Складання топографічного плану з використанням автоматизованих засобів.
6. Підготовка звіту: складання звіту з урахуванням усіх даних, зібраних та оброблених під час інженерно-геодезичних робіт. Додатками до звіту містяться графічні та цифрові матеріали, що були використані при складанні топографічного плану та його перевірці.

Обґрунтування вибору масштабу здійснюють відповідно детальності та розмірів відображення території, вимог до точності, призначення топографо-геодезичного плану.

Вибір перерізу здійснюють відповідно затвердженій інструкції. [6,7,17,34]

Результати інженерно-геодезичних вишукувань використовуються для отримання топографо-геодезичної основи, яка стає важливим актуальним матеріалом для здійснення проектування як окремих елементів, так і всієї зрошувальної системи. Створення інженерно-геодезичної опорної мережі дозволяє здійснювати геодезичний супровід будівництва як важливої складової дотримання якості та надійності проектного об'єкту. До геодезичного супроводу будівництва зараховують вимірювання земельних мас, перевірку геометричних параметрів будівель та споруд, виконання зйомки для побудови будівель та споруд, та спостереження за їхньою стійкістю та безпекою в процесі експлуатації, виніс запроектованих споруд та мереж в натуру.

В процесі виконання вище зазначених геодезичних робіт використовують комбіновані методи з використанням електронних тахеометрів, а також GNSS технологій. Дедалі частіше є перспективним здійснення інженерно-геодезичних робіт за допомогою GNSS обладнання в режимі RTK (відноситься як і зйомка для складання відповідного картографічного матеріалу, так і створення зовнішньої розмічувальної мережі будівельного майданчика), що дозволяє значно здешевити та пришвидшити значну частину інженерно-геодезичних робіт в будівництві. [3,23,26,35,36]

#### **2.4. Великомасштабне топографічне знімання в гідромеліорації**

При складанні проектів зрошувальної мережі з метою можливості прийняття основних технічних рішень в досягненні поставленої мети необхідно визначити межі та площі сівозмінних земельних ділянок, місце розміщення існуючих будівель, доріг, лісосмуг, ліній електричних мереж та зв'язку, водоймищ, курганів, інших інженерних мереж та споруд в ув'язці з організацією території всього господарського комплексу планованої діяльності в цілому.

Площі територій, які підлягають виконанню інженерно-топографічних вишукувань коливаються від невеликих ділянок до декілька тисяч гектарів.

При виборі способу зрошення враховуються топографічні, кліматичні, геоморфологічні, ґрунтові, гідрологічні, біологічні водогосподарські та інші фактори. В даному розділі наведено залежність та вплив результатів топографо-геодезичних вишукувань на прийняття способу полив.

Зрошувальна система з поверхневим способом поливу передбачається по борознах, смугах чи чеках. Прийняття схеми поливу збігається з напрямом зрошувача та ухилом місцевості. При поздовжній схемі поливу напрям борозен збігається з ухилом землі за поперечної схеми борозни спрямовані поперек основного ухилу.

Прийняття способу поверхневого поливу визначається виключно ухилом поверхні поля, який коливається від 0,003 до 0,05 та розмірами контуру поля, який можна розбити на окремі ділянки.

Слід відмітити, що поверхневий метод поливу передбачає невиробничий скид води за допомогою відкритих каналів, які повинні бути виконаними в понижених місцях поверхні землі у відкриті водоймища спеціального призначення, які визначені за матеріалами топографічних вишукувань та попередньо погоджених місцях їх розташування.

Особливістю поверхневого зрошення є *рисові системи*. Цей спосіб поливу слід проектувати на землях з малих ухилом поверхні землі, які матеріалами топографічних вишукувань повинні не перевищувати 0,005, а також в місцях, забезпечених водними ресурсами. [11]

Вибір оптимальної конструкції рисової зрошувальної системи повинен здійснюватися на основі техніко-економічних розрахунків, можливості виконання планувальних робіт поверхні поля спеціальними планувальними машинами та механізмами з урахуванням існуючого рельєфу та конфігурації поля зрошення.

**Система дощування.** Поверхневий метод поливу за допомогою дощувальної машини з електроприводом опорних візків на гумовому ході кругової та секторної дії зрошення як основний спосіб поливу найбільш доцільний та ефективний для зрошення сільськогосподарських культур. Такий спосіб зрошення забезпечує гарантованість та суттєве підвищення врожайності, зменшення трудових затрат, економічне використання поливної води та дозовану її подачу в необхідній кількості з ефективним використанням рельєфу місцевості. [11]

Зрошення даним способом забезпечить постійний розмір краплин і виключну рівномірність поливу на великій площі розташування системи при розрахунковому тиску в системі трубопроводів та виключенням надлишкового поливу. Зрошення виконується з низькою інтенсивністю подачі води, що зберігає структуру ґрунту. При зрошенні за допомогою дощувальної машини кругової дії

виключається накопичування стічних вод та необхідність їх водовідведення з поверхні ділянки.

Дощувальну техніку слід приміняти з урахуванням організації території (розташування доріг, лісосмуг, курганних насипів, ліній електричних мереж, зв'язку, газопроводів та інше), а також конфігурації полів, оскільки в процесі проектування та будівництва системи зрошення не завжди, користуючись матеріалами топографо-геодезичних вишукувань, можливо змінити їх межі.

Виходячи із конфігурації полів встановлених за матеріалами інженерно-геодезичних вишукувань в процесі проектування можливо прийняти рішення щодо використання дощувальної техніки кругової, секторної, фронтальної чи фронтально-поворотної конструкції. Особливо це доцільно, коли за матеріалами топографо-геодезичних вишукувань та висновку інспекції з охорони пам'яток історії та культури на проєктованій ділянці визначені кургани, а також лінії електричних мереж, газопроводів та інше, які разом з їх охоронними зонами повинні бути вимежованими із зони забудови системи зрошення.

Система зрошення способом дощування в меншій мірі вибаглива до ухилу поверхні зрошувального поля, оскільки в її конструкціях опори спирання передбачені шарнірні з'єднання, які дають змогу здолати ухили до 23 градусів.

***Системи краплинного поверхневого та внутрішньо-грунтового зрошення.***

У разі отримання матеріалів топографо-геодезичних вишукувань поля сільськогосподарського призначення з рельєфом змінних горизонтів та обмежених розмірів з урахуванням техніко-економічних, ґрунтових, водних ресурсів та інших складових можливе використання краплинного зрошення поверхневого чи внутрішньо-грунтового типу з розташуванням поліетиленової поливної труби з крапельницями дозованого постачання поливної води.

Це передгірні ділянки зі складним рельєфом і ухилом поверхні землі понад 0,05%. Цей тип зрошення набув широкого використання в Ізраїлі з урахуванням відповідних умов територій з обмеженими розмірами та складних умов

розташування. Краплинне зрошення є одним із ефективних способів зрошення овочевих культур.

**Мережа трубопроводів.** Трубопровідна мережа слугує для транспортування поливної води до місця приєднання центральної опори дощувальної техніки чи точки водовиділу, передбаченої робочим проектом.

В плановому та висотному положенні система трубопроводів проектується згідно до матеріалів топографо-геодезичних вишукувань, де в розрахунковій формулі створення робочого тиску води на центральні точки водовиділу враховується геодезична відмітка поверхні землі.

За матеріалами вишукувань будується повздовжній профіль трубопроводу згідно до якого визнається відмітка існуючої поверхні землі, розміщення трубопроводів в траншеї, їх ухили, місця змінення напрямків, місця встановлення понижених ділянок для влаштування колодязів спорожнення трубопроводів від води на період виконання ремонтних робіт чи зимовий період та місця встановлення клапанів для автоматичного звільнення від повітря трубопроводів з метою їх захисту від гідравлічних ударів, які можуть привести до руйнування трубопроводів запірної та регулюючої арматури.

**Відкриті канали.** Відкриті канали призначені для транспортування зрошувальної води до місця розташування гідротехнічних споруд розподілення поливної води, водовиділів та ємностей створення резервного обсягу поливної води.

Відкриті канали за пропускною спроможністю та розмірами відрізняються в значних величинах від  $0,2\text{м}^3/\text{сек}$  до  $500\text{м}^3/\text{сек}$ . Розрахункові витрати води визначаються величиною поливної норми згідно до укомплектованого графіку поливів сільськогосподарських культур.

Параметри та конструкції каналів зрошувальної мережі повинні забезпечувати мінімальні площі відчужування земель, збереження прилеглих земель та мінімальні витрати на фільтрацію і скиди води. За матеріалами топографічних вишукувань канали слід проектувати з розрахунковими ухилами у виїмці або напіввиїмці – напівнасіпу з урахуванням балансу земляних мас. При

перетині тальвегів балок до конструкції каналу додаються окремі за призначенням гідротехнічні споруди (дюкери, акведуки, перепади та інші). Допускається влаштування відкритих каналів на косогорах, при цьому лінія поверхні землі в низовій частині косогору повинна проходити через точку перетину укосу каналу з рівнем води при розрахунковій витраті. [11]

При трасуванні каналів у нестійких ґрунтах (просадних, пливунних, набухаючих та інших) геометричні параметри перерізів призначають з урахуванням заходів щодо стабілізації основи та укосів каналів. При проходженні каналів у ґрунтах в складних умовах за важкістю розробки, параметри перерізів визначають з конкретних умов за результатами вишукувань.

На території розташування існуючої насосної станції, водозабірної споруди, колодязів розташування запірної та регулюючої арматури та трансформаторної підстанції при проведенні топографічних вишукувань середні помилки у взаємному положенні на плані точок найближчих контурів капітальних споруд не повинні перевищувати 0,4 мм. Для переходу від середніх помилок ( $\Delta$ ) до середніх квадратичних помилок ( $m$ ) застосовується коефіцієнт 1,25, тобто  $m=1,25\Delta$  згідно Наказу Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №56 від 09.04.1998р.

Виходячи з вище наведеного скороченого опису конструктивних елементів об'єктів гідромеліоративного будівництва, приходимо до висновку про значимість надання вихідних матеріалів топографо-геодезичних вишукувань в процесі проєктування.

### **Висновки до розділу.**

Матеріали інженерно-геодезичних вишукувань є складовою частиною вихідних даних проєктуючого об'єкту гідромеліоративного будівництва, призначеного для товарного сільськогосподарського виробництва.

Встановлено склад розділів проєкту з визначенням проєктно-вишукувальних робіт, які є складаною частиною проєкту, відповідно до чинних документів в частині містобудівної діяльності.

Виконання топографо-геодезичного плану є однією із складових частин матеріалів вишукувальних робіт для отримання містобудівних умов та обмежень.

У ході цієї роботи було складено послідовний план та програму виконання інженерно-геодезичних робіт.

Також розглянута важливість великомасштабного топографічного знімання в прийнятті основних технічних рішень в гідромеліоративному будівництві, особливо на етапі збору вихідних даних та погоджень для виконання проєктних робіт.

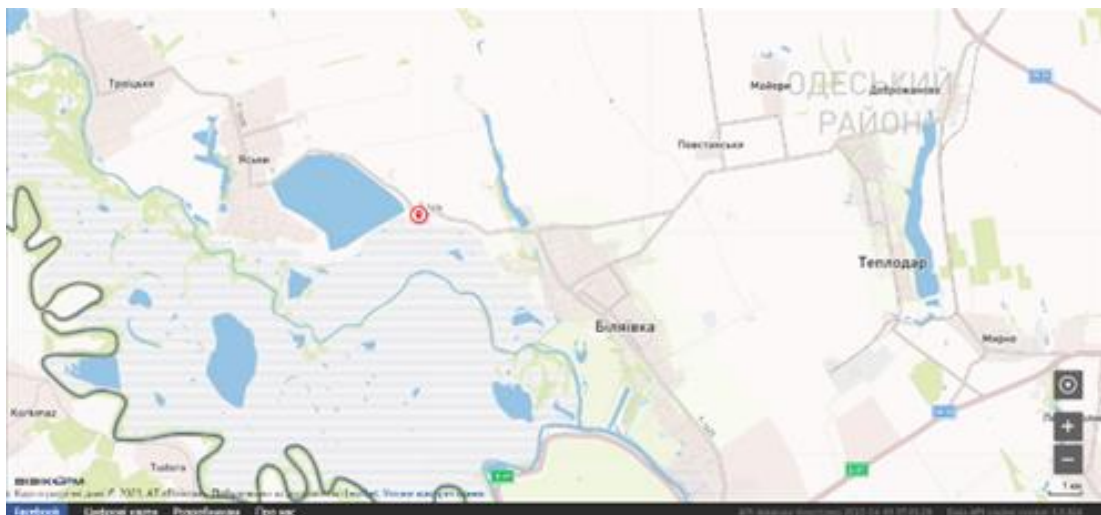
Одночасно визначено за участю власника чи користувача земельної ділянки просторові характеристики та місце розташування провадження планованої діяльності в створенні об'єкту забудови.

### РОЗДІЛ 3. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ (на прикладі проєкту «Нове будівництво внутрішньогосподарського трубопроводу ТОВ «ОДЕССАРИБГОСП» в межах Яськівської територіальної громади Одеського району Одеської області»)

#### 3.1 Фізико - географічний опис місцевості

Ділянка проведення інженеро-геодезичних робіт розташована в Одеській області, Одеському районі між м. Біляївка та містом Яськи.

Ділянка проведення робіт знаходиться на південь від дороги Т-16-25 з кілометражем 36+822. Місце проведення робіт відображене на рис. 3.1.



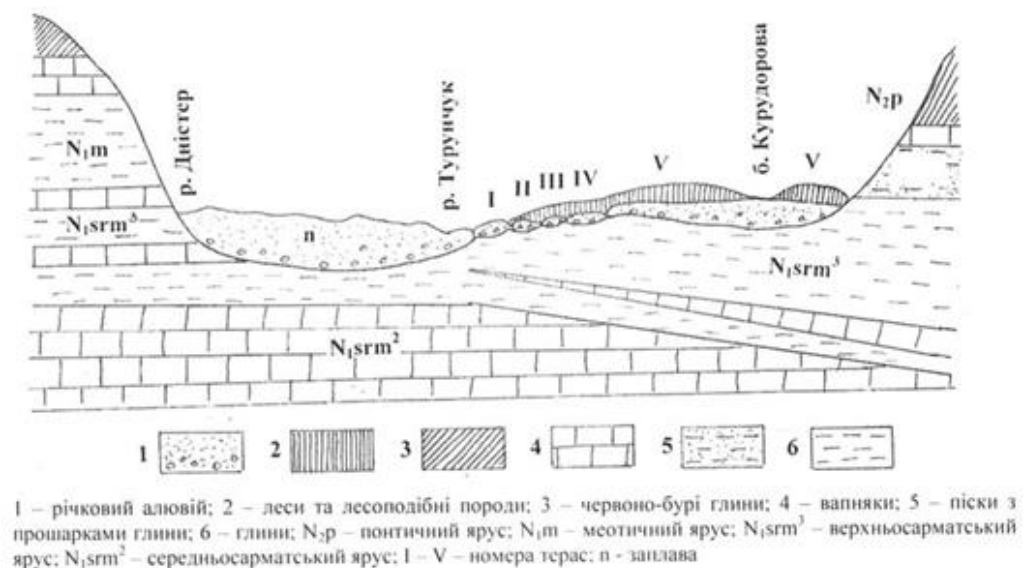
**Рис. 3.1 Розташування ділянки проведення інженерно-геодезичних робіт**

Складено за даними [6]

У геоморфолого-геологічному відношенні територія знаходиться в Причорноморській низовині та відноситься до області терасової рівнини Нижнього Дністра. Ця тераса утворена заплавою та шістьма надзаплавними терасами: I - Парканська (6-8 м), II - Слободзейська (10-12 м), III - Тираспольська (14 м), IV - Грігоріопольська (30м), V - Колкотовська (25-50 м), VI – Михайлівська (до 40 м). Ширина рівнини сягає 24 км в основному за рахунок заплави та V тераси. Ширина інших терас звичайно менше 1 км. Збереглися вони в повному складі – (I – VI) тільки у с. Троїцьке. На ділянці Яськи –

Біляївка V тераса височіє безпосередньо на II. VI тераса виражена тільки на правому березі Дністра у с. Красна Коса. Досліджувальна ділянка знаходиться на IV терасі.

Для терас є характерним двоскладна будова алювію, особливо це яскраво виражено на аномально широкій заплаві. Під алювієм в ряді місць поховані відклади I та II терас. Велика потужність алювію, особливо заплавної, та лесу на високих терасах, розташування цоклів всіх терас, окрім V та VI, нижче рівня Дністра є результатом сучасних знижень, які відбуваються зі швидкістю до 2 мм на рік. Ця же причина обумовила слабкі ухили поверхонь терас, перш за все заплавної.



**Рис. 3.2 Схематичний геолого-геоморфологічний профіль долини Дністра (нижня течія)** Складено за даними [5]

За даними агрокліматичного районування територія ділянки розташована в Центральному (дуже теплому) агрокліматичному районі з сумою позитивних температур вище +3200 – 3300 °С. Період з температурою вище 10 °С складає 180-190 днів, тривалість безморозного періоду 200 -220 днів. Середня температура найхолоднішого місяця січня мінус 1,5 – 3.5 °С. Максимум літніх температур сягає 35 – 36 °С. Літній період по датах переходу через середньодобову температуру +16 °С продовжується близько 110 днів – з середини травня до останньої декади вересня.

Сніговий покрив нестійкий, середня з максимальних висот снігового покриву за зиму не перевищує 10 см. Сніговий покрив має велике значення для зимівлі рослин, а також визначає весняний запас вологи в ґрунті.

Низькі температури повітря і невелика потужність снігового покриву обумовлюють в окремі роки достатньо глибоке промерзання ґрунту. Перші заморозки спостерігаються 24 жовтня, останні – 15 квітня.

Дати сходу снігового покриву і тривалість періоду сніготанення можуть служити початковими даними при плануванні підготовчих робіт по закриттю вологи в ґрунті (на початку березня).

Річна кількість опадів 430 – 510 мм при середньорічній величині випаровування орієнтована 800 – 820 мм. Гідротермічний коефіцієнт (відношення приходу вологи до можливої її втрати) складає 0,6 – 0,7, що свідчить про недостатню вологозабезпеченість. Негативно позначається і нерівномірність випадення опадів протягом року і зливовий характер їх випадення, що призводить до розвитку ерозійних процесів. Середня швидкість вітру за рік складає 4,6 м/сек.

Найсильніші вітри бувають в лютому, переважно північних і північно-східних напрямках. Вітри сприяють швидкому висушуванню і дозріванню ґрунту, тому весняну обробку і посів слід проводити в стислі терміни. Крім того, при швидкості вітру 3 – 6 м/сек. починає виявлятися вітрова ерозія, а при швидкості вітру більше 6 м/сек. дефляції піддаються і ґрунти важкого гранулометричного складу.

Клімат обстежувальної території, в основному, сприятливий для обробітку всіх районованих культур. Основним лімітуючим фактором отримання стабільних урожаїв є посушливість. В умовах посушливого клімату першорядну роль в отриманні високих врожаїв набуває зрошення. [5,6,12,29]

## **3.2 Технічне завдання та склад підготовчих робіт**

### **3.2.1 Топографо-геодезичне забезпечення району робіт**

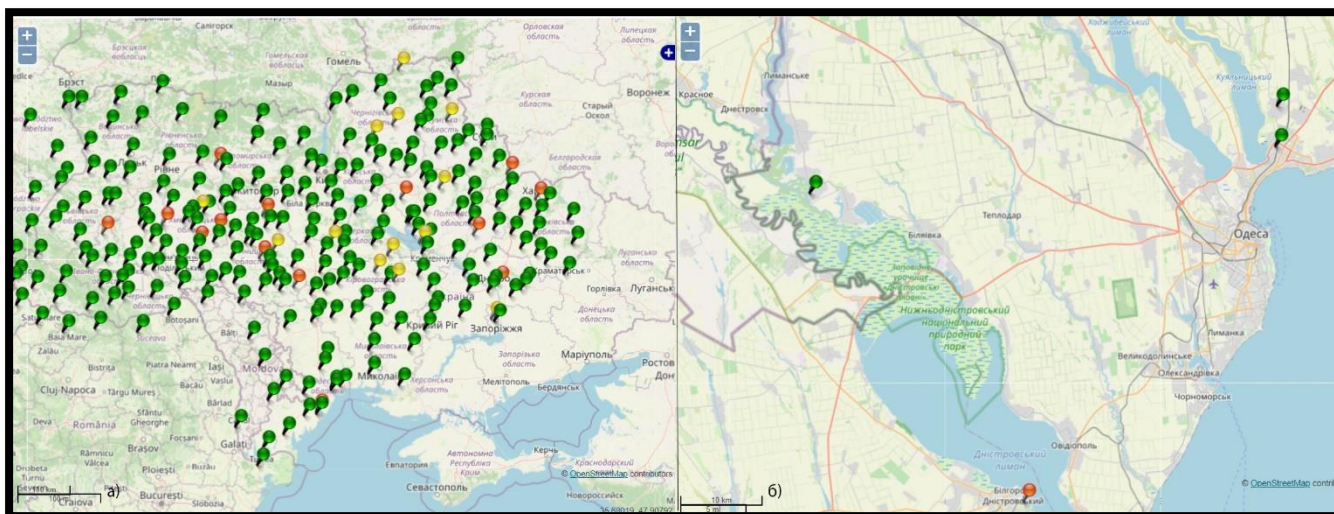
Загалом територія України має хороше та розвинуте мережеве покриття референцних GNSS станцій, що дозволяє в повній мірі виконувати точне GNSS позиціонування. Доступ до комерційних мереж GNSS референцних станцій надають різноманітні провайдери: ZakPos, TNT-TPI, System.net, SCNSU, GeoTerrase, УПМ ГНСС. При виборі провайдера рекомендовано враховувати такими чинники як покриття території, ціна за надання доступу та зручність доступу та під'єднання до послуг.

Перед усім різноманітні проєктувальні роботи з будівництва гідромеліоративних мереж переважно здійснюється на Півдні України через особливості фізико-географічних умов. Звідси оптимальним вибором є ZakPos.

Робота над майбутньою мережею референцних станцій розпочалась ще о 2006 р з аналізу Європейської мережі перманентних станцій. Розроблявся проєкт разом з проведенням практичних конференцій та обґрунтовувався вибір обладнання до середини 2008 року. Обчислювальний центр знаходиться в м. Мукачево в Закарпатській області (там і була розвинута мережа).

Наступним етапом був розвиток мережі на території сусідніх областей (2009 – 2011 рр.) і наразі мережу референцних станцій розгорнуто майже по всій Україні за рахунок співпраці з іншим операторами. При цьому слід зазначити, що станом на 2021 р стабільне покриття на територію України сягав 95%. Програмне та апаратне забезпечення базується на продукції Trimble.

Заявлена середня точність при зйомці методом RTK не більше 0.03 м в плані та 0,10 м по висоті для двох частотних приймачів (L1/L2) з модулем зв'язку. [24,39]



**Рис. 3.3** Схема покриття України референсними GNSS станціями станом на 2023 р.: а) Територія України б) Розташування GNSS станцій відносно об'єкту проведення робіт

Складено за даними [24]

### **3.2.2 Нормативні вимоги до створення планово-висотної основи. Обґрунтування вибору масштабу**

Перед усім планово-висотною основою можуть бути державні геодезичні мережі, розрядні мережі згущення, знімальна геодезична мережа. Як правило відносно пунктів знімальної мережі здійснюють топографічну зйомку території і вони є «опорою» при визначенні координат відповідних об'єктів. ЗМГ розвивають від розрядних мереж згущення та державних геодезичних мереж способом лінійно-кутових побудов (це як правило полігонометрія), а також дозволяється використовувати методи GNSS-спостережень. Знаходження на місцевості пунктів ЗМГ тісно залежить від методів визначення їх координат: GNSS - спостереженням в статичному та кінематичному та побудовою лінійно-кутових геодезичних побудов (полігонометричних ходів). Точність визначення цих пунктів повинна відповідати граничній точності плану – 0.1 мм у відповідному масштабі. Наприклад, для масштабу 1:5000 – 50 см, 1:2000 – 20 см,

1:1000 – 10 см, 1:500 – 5 см тощо. Пункти знімальної геодезичної мережі зазвичай закріплюють тимчасовими геодезичними знаками: арматура, кілків з забитим цвяхом, металевих труб довжиною від 40 до 50 см.

Якщо використовують визначення координат пунктів за допомогою RTK технології, то слід провести перевірку диференційного поля координатних поправок шляхом визначення координат щонайменше 2 пунктів Державної геодезичної мережі, мережі згущення GNSS – приймачем та порівняння їх із контрольними (замовленими в Держгеокадастрі).

При побудові тахеометричних ходів слід користуватись такими правилами:

- центрування повинно виконуватись з точністю не більше 3 мм
- кутові нев'язки повинні не перевищувати  $20''\sqrt{(n+1)}$  (3.1), де n - кількість ліній.
- відстань між пунктами по лінії при вимірюванні не повинна перевищувати 1 см середньоквадратичної похибки. [16,29]

Рельєф земельної ділянки, яка підлягає виконанню топографо-геодезичним вимірюванням, перемінний, наявні круті схили та обриви висотою до 4,0м.

Територія зайнята порослю дерев, частково очеретом та кущами висотою до 2,0м. Межа ділянки вишукувань обмежена по контуру огорожею із плит залізобетонних товщиною 150мм та висотою 2,4м.

Топографо-геодезичні вимірювання виконуються контактним методом-наземні приймання супутникових сигналів GPS, координати яких визначаються. Обґрунтування масштабу знімання приймається за критерієм допустимої похибки визначення віддалі за формулою:

$$M_p = \frac{M_{0(M)}}{0.3m} \quad (3.2)$$

де,  $M_p$  – розрахунковий знаменник масштабу знімання;  $M_{0(M)}$  - середня квадратична похибка в метрах.

За умови густоти розташування опор ПЛ 35кВ, ярів, обривів, схилів приймаємо  $m_0 = 0,15$ м.

0,3мм – відрізок на плані вимірювання з абсолютною квадратичною похибкою  $2\sqrt{2} = 0,2828$  (3.3) ) за умови що середня квадратична похибка ліній, що вимірюються на плані – 0,2м)

$$M_p = \frac{0.15 \times 1000}{0,2828} = 530$$

Приймаємо необхідний масштаб 1:500.

Основні положення дозволяють за необхідності створення робочих креслень на території II типу (територія переважно з мало поверхневою забудовою та незабудована територія) приймати масштаб 1: 500 Отримані розрахункові дані наближені до знаменника найближчого стандартного масштабу знімання.

Рельєф місцевості, яка розглядається, в окремих місцях має ділянки умовно горизонтальні, ухили до  $45^0$  та обривисті ділянки. Рельєф на топографічному плані зображуємо горизонталями при ухилах менше  $45^0$  та умовними позначеннями в місцях наявності обривів.

Горизонтальні лінії є зображенням площин перерізу об'єкту. Закладення (віддаль між горизонталями на плані) визначається за формулою

$$a = h \times ctg v \quad (3.4)$$

де,  $v$  – вертикальний кут нахилу рельєфу  $h$  – переріз рельєфу.

Приймаємо мінімальний проміжок між краями горизонталей 0,1мм при товщині горизонталі 0,1мм, мінімальна двійкова одиниця (сумарна товщина) – 0,2мм.

Виходячи з необхідності зображення на планів рельєфу і ситуації за умови можливості використання в період виконання робочого проекту використовуємо рекомендовані перерізи згідно до інструкції [18,28]

Вихідні дані :

- кут нахилу поверхні землі до  $6^0$
- масштаб знімання 1:500
- прийнята висота перерізу рельєфу – 0,5м.

### 3.2.3 Рекогностування території проведення топографо-геодезичних робіт

Невід'ємною частиною польових робіт є рекогностування, під час якого остаточно визначають розміщення та глибину закладення геодезичних знаків, з'ясовують наявні об'єкти ситуації (річки, дороги, лінії електропередач тощо), з використанням методів та технологій виконання знімачів.

При класичних способах зйомки слід виконувати геодезичні лінійно-кутові побудови (в основному полігонометричні ходи), які потребують дотримання взаємної видимості між пунктами, місце для пункту повинно дозволяти здійснювати кутові виміри, має хорошу оглядовість на територію проведення геодезичних робіт. При використанні GNSS позиціонування критерії дещо інші і як правило це відсутність потужних джерел електромагнітних хвиль, відкритий небосхил (при закритості горизонту більше  $45^\circ$  зйомки з використанням GNSS технологій забороняється). [3,28,31,41]

## 3.3 Методика виконання топографічних знімачів

### 3.3.1 Приладове забезпечення

Для виконання робіт був використаний GNSS приймач South S760. [27]

Таблиця 3.3

Технічні характеристики South S760

Операційна система	Windows Mobile 6.5/6.1
Точність в RTK	Горизонтальна 008 м +1ppm Вертикальна 0.015 м+1ppm
DGNSS	Горизонтальна 0.25м+1ppm Вертикальна 0.50м+1ppm
Post Processing	<10cm
Диференціальні сигнали	GPS; GLONASS; GALILEO; QZSS
Макс. одночасне відстеження каналів	220
Диференційні поправки	CMR, CMR+, RTCM 2.x, RTCM 3.x
Швидкість оновлення	1 Гц
Холодний старт	30 сек.

Батарея	4200mAh, Li-ion акумулятор вбудований, 7.4v
ОЗУ	256 МБ
Пам'ять	512MB NAND, SD карта до 32 ГБ
ПЗ	SurvCE

*\*Складено на основі [1]*

Геодезичний прилад повинен працювати та виконувати вимірювання в межах необхідної точності. Тож для забезпечення коректної точної роботи відповідного технічного засобу проводять Державну атестацію приладу разом з програмним забезпеченням один раз в рік, що підтверджується Свідоцтвом про метрологічну перевірку вимірювального засобу.

Для GNSS приладів виконують операції з попереднього візуального огляду самого приладу на роботу його складових елементів (виявлення технічних несправностей в роботі кнопок, затертостей підписів, несправність кабелів тощо), перевірки похибок лінійних базисів для відповідного методу зйомки (статичний, кінематичний, псевдокінематичний тощо), а також визначення похибки вимірювання координат для RTK та приростів координат для статичної зйомки відносно еталону.

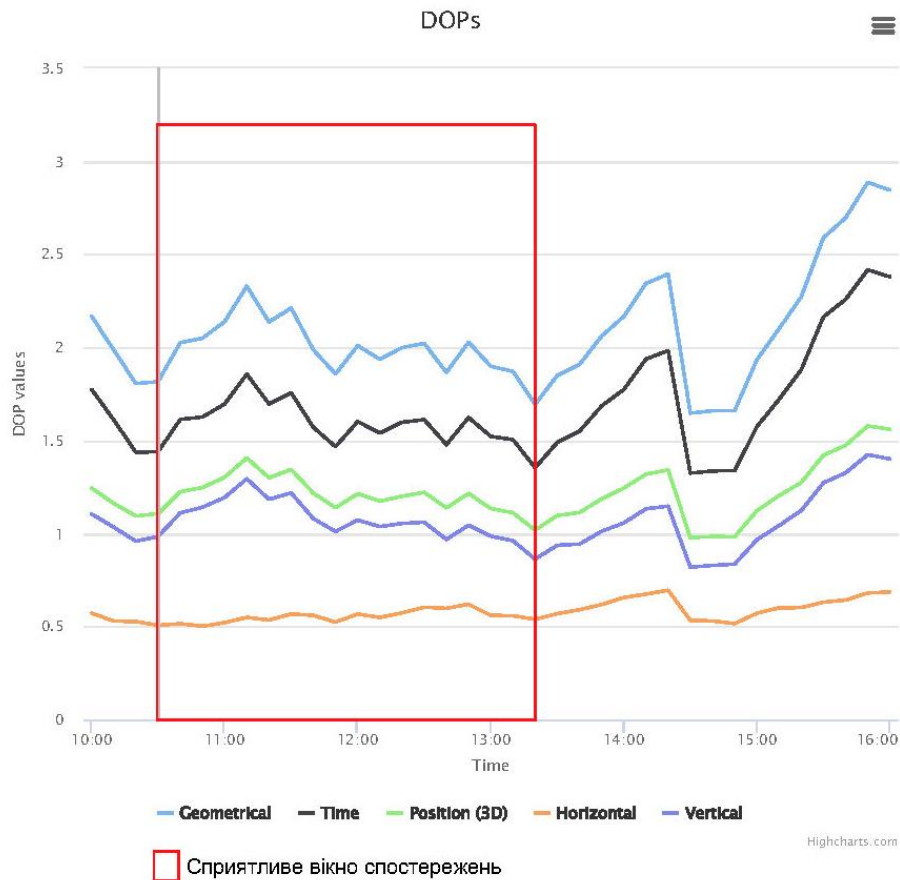
Використовують при повірці певні еталонні довжини базисів, світловіддалеміри, рулетки, психометри та барометри, які водночас також повинні мати свідоцтва про метрологічну перевірку.

Ці випробування тісно пов'язані з технічними можливостями та параметрами приладу, тому перевірка здійснюється з урахуванням керівництва користувача певного виробника. [39]

**Створення проєкту польових робіт.** Важливим є обрання часу зйомки, яке базується на геометричному положенні супутників та характеризується DOP похибками. Особливо ретельну увагу слід приділяти кількості супутників (>15) та HDOP, тому що вони відіграють важливу роль в точності виконання геодезичних робіт. Для визначення сприятливих вікон GNSS спостереження було використано веб-сайт Trimble GNSS Planning Online.

Проведення польових робіт запланували на 23.02.2023р.

Зйомка в режимі RTK проводилась з 10:30 до 12:30 що відповідає сприятливому вікну спостережень (рис. 3.4).



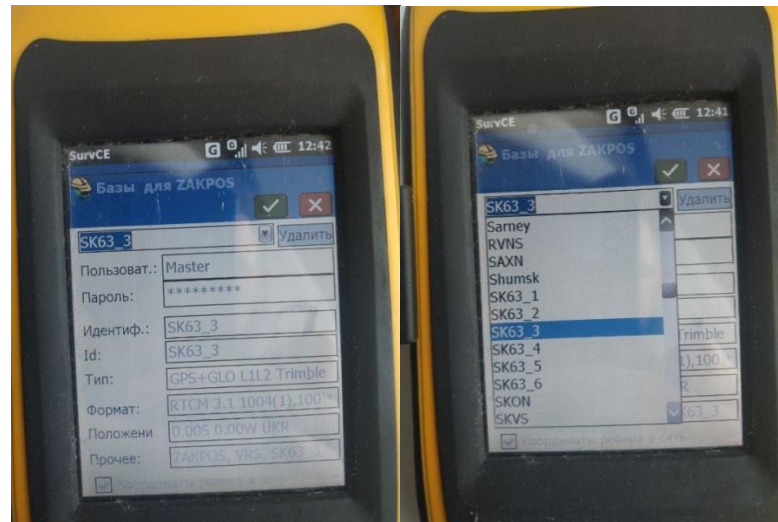
**Рис. 3.4** Графік DOP похибок Складено за даними [2]

При рекогностуванні території проведення польових робіт джерелами похибок являють контур будівлі та дерева. Це нівелюється використанням засічок при визначенні їх місцеположення (здійснення засічок реалізується в програмному забезпеченні SurvCE), технічними можливостями GNSS приймача або використанням додатково тахеометру.

Зйомка здійснена в СК63 та GNSS приймачем South S760.

Перед проведенням польових робіт слід створити новий проект польових робіт в програмному забезпеченні SurvCE, яке має свої особливості.

З важливих, це увімкнути функцію трансформаційних повідомлень 1021 – 1027 та вибрати необхідний сервер в залежності від обраної системи координат (був обраний СК63\_3) (рис. 3.5) .



**Рис. 3.5. Вибір серверу в програмному забезпеченні SurvCE**

### **3.3.2 Методика виконання польових наземних топографічних знімів**

У виконання польових наземних геодезичних знімів існує сукупність методів, що дозволяють визначити положення та розміри об'єктів у відповідній точності. Так, при використанні GNSS приймачі в геодезичній роботі існують різні способи позиціонування, які в основному поділяються за точністю визначення координат та кількістю застосованих при цьому GNSS-приймачів.

Тож при використанні одного приймача місцеположення якого визначають ШСЗ точність координат є метровою (абсолютний метод), проте якщо кількість приймачів збільшити до двох та більше, то місцезнаходження необхідного об'єкту або точки стає набагато вищою (до сантиметра/міліметра). Останній метод називають відносним, якщо другий приймач встановлений над відомою точкою (базовий), а іншим визначають невідому точку. Коли два приймачі визначають своє місцеположення – диференційний.

Слід відзначити, що місцеположення знаходиться шляхом обчислення після GNSS спостереження в спеціальних програмних засобах та безпосередньо на місці передачею на роверний приймач поправок через засоби зв'язку, наприклад, через інтернет. У будь-якому випадку для точного сантиметрового позиціонування зазвичай необхідна наявність двох приймачів.

Розрізняють статичний метод при якому два GNSS-приймача знаходяться переважно нерухомому положенні та збирають необхідну інформацію протягом відносно тривалого часу (2-3 години). При цьому точність визначення місцеположення об'єкту є міліметровою, навіть при базисі більше 20 кілометрів..

З недоліків є велика часозатратність на визначення координат невеликої кількості точок. Даний спосіб застосовується для побудови планово-висотної зйомочної мережі через своє точне позиціонування або навіть для загально-наукових завдань.

Коли відстань між GNSS приймачами є значно коротшою (до 15-20 км), час затрачений на спостереження відповідної інформації скорочується. Даний метод називається Швидкою статикою.

Як правило суть вище представлених методів базується на двох нерухомих приймачах. Проте існує також спосіб, при якому один приймач встановлюється на точку з відомими координатами і знаходиться в нерухомому положенні (базовий), а другий є рухомих (ровер). Це є кінематичний метод. Додатково даний спосіб вимагає попередньої ініціалізації суть якого полягає у вирішенні неоднозначності.

Найбільш розповсюдженим сучасним методом є кінематика в реальному часі (RTK). Цей спосіб дозволяє використовувати один GNSS приймач. Функцію бази виконує мережа постійнодіючих GNSS пунктів, що визначають поправки та передають їх інтернет до роверу. Він є найшвидшим та дозволяє виконувати зйомку в сантиметровій точності. [3,28,41]

Територія України має добре покриття постійно діючих референсних GNSS станцій, що дозволяють виконувати топографо-геодезичні завдання в режимі RTK у сантиметровій точності. Окрім того розвиток GNSS технологій в значній мірі усуває вплив похибок (пов'язаних орбіт супутників, похибками GNSS обладнання, похибками багатовекторності, іоносферними та топосферними похибками) при позиціонуванні в режимі RTK. Усе це укупі сприяло значній популярності використання GNSS зйомки в режимі RTK для здійснення топографо-геодезичних завдання, наприклад, для інженерно-геодезичних вишукувань та складання на основі них топографічних планів масштабу 500 та

дрібніше. З іншої сторони статичний метод дозволяє визначення координат в сантиметровій точності, що залишається важливим елементом при вирішенні завдань, що вимагають міліметрової точності.

Загалом використання конкретних методів GNSS позиціонування залежить поставленого завдання, сучасності GNSS технологій, вимог точності. Тому залишаються популярними статичні методи GNSS позиціонування за необхідності забезпечити необхідну точність. Разом із тим вагомим результатом можна досягти і використанням кінематичного способу в достатній близькості (<10 км) до референцної GNSS станції навіть для забезпечення супроводу будівництва. Використання GNSS технологій значно підвищують продуктивність та заощаджують інженерно-геодезичних задач виконання. [19,22,25]

При здійсненні зйомки для складання топографічного плану в масштабі 1:500 слід здійснювати роботи розподіляючи ділянку на сектори в яких спочатку знімається ситуація, а після – рельєф. Додатково можна вести фотофіксацію ситуації, креслити абриси, вести журнал зйомки. Для отримання максимально точних результатів слід активувати в програмному забезпеченні кількість усереднень в районі 25-45. Особливо зручним є використання кодів в програмному забезпеченні SurvCE. Коди являють собою додатковим описом, що дозволяє краще ідентифікувати об'єкти при складанні плану. Якщо об'єкт невеликий та польові та камеральні роботи виконуються однією людиною, то використання кодів дозволяє уникнути ведення абрису.

В програмному забезпеченні можливе створення спеціальних кодів (вони можуть визначати початок та кінець об'єкта) та кодів для точок. При зйомці був використаний останній метод шляхом вписуванням коду в спеціальне вікно. В подальшому експортувати результати зйомки слід в форматі DAT. Програмне забезпечення дозволяє здійснювати засічки, що полегшує зйомку об'єктів біля яких погіршується точність. (Рис. 3.6 ) [21]

Точність була в межах допустимої (в межах 5 см по висоті та в плані).

4	4,5142916.3182,3349403.1149,3.2329,OTK
5	5,5142924.3908,3349403.3701,3.0954,OTK
6	6,5142922.8720,3349400.6083,1.1918,OTK
7	7,5142930.0932,3349401.1866,3.3165,OTK
8	8,5142931.5839,3349397.8857,2.0294,OTK
9	9,5142948.5559,3349369.0387,3.2746,OTK
10	10,5142950.8323,3349369.5345,3.2921,GDOR
11	11,5142947.7567,3349379.1977,3.2332,GDOR
12	12,5142944.7758,3349384.6825,3.1758,GDOR
13	13,5142944.4700,3349389.7575,3.1309,GDOR
14	14,5142942.0765,3349388.8406,2.9675,GDOR
15	15,5142939.6191,3349396.7564,3.1853,GDOR
16	16,5142929.9135,3349403.6658,3.1754,GDOR
17	17,5142928.6238,3349408.5422,3.5249,GDOR
18	18,5142917.7620,3349406.6148,3.1064,GDOR
19	19,5142903.8099,3349408.0076,3.0030,GDOR
20	20,5142888.5392,3349407.7559,3.0542,GDOR
21	21,5142877.0262,3349405.3995,2.7463,GDOR
22	22,5142871.8737,3349406.8105,2.7079,GDOR
23	23,5142869.6683,3349401.4862,2.6839,GDOR
24	24,5142867.7852,3349415.0235,1.7460,DEREV
25	25,5142886.0574,3349415.2172,1.7002,DEREV
26	26,5142889.4201,3349414.0368,3.8694,DEREV
27	27,5142894.8756,3349416.2281,2.0403,DEREV
28	28,5142909.9734,3349417.0141,1.7862,DEREV
29	29,5142930.0614,3349425.5044,1.8486,DEREV
30	30,5142925.3737,3349438.1437,1.5455,DEREV

**Рис. 3.6** Експортовані в форматі DAT результати геодезичної зйомки з кодами (фрагмент)

### **3.4 Камеральна обробка результатів польових вимірювань. Укладання цифрового плану місцевості**

Один із доступних в Україні автоматизованих програмних засобів є Digital for Windows представляє собою набір модулів та інструментів, що значно автоматизує та покращує діяльність у сфері геодезії та землеустрою. Програмний продукт має такі переваги:

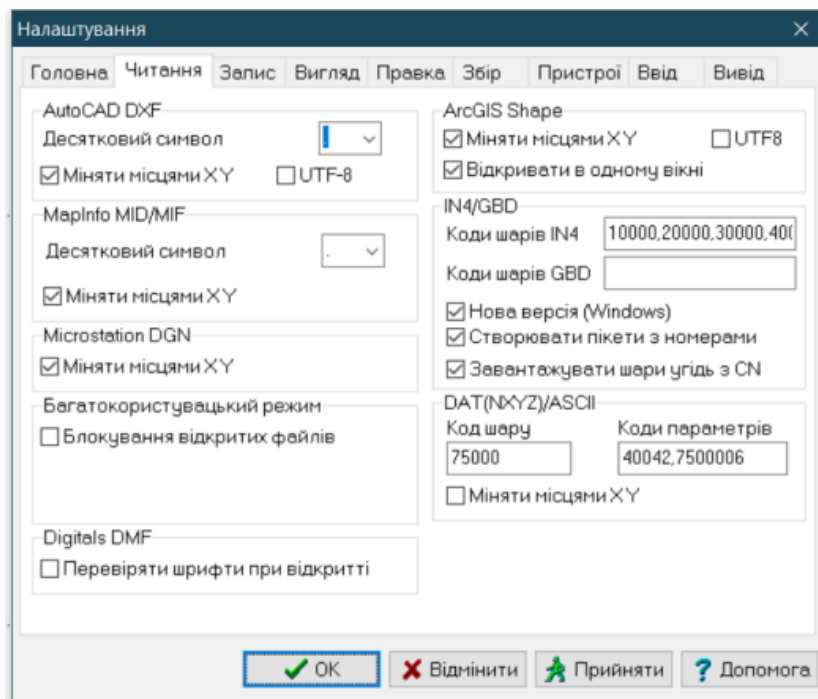
- простота використання: Digital for Windows має простий та зрозумілий інтерфейс користувача, що дозволяє швидко вивчити його функціональність та почати працювати з програмою.

- надійність та точність: Digitals for Windows забезпечує точність результатів складання топографічного плану завдяки вбудованим інструментам для геометричних обчислень та аналізу даних.
- функціональність: Digitals for Windows має широкий спектр функцій, які дозволяють виконувати різноманітні завдання, пов'язані з складанням топографічних планів, включаючи імпорт та експорт даних, розрахунок висот, обчислення відстаней та кутів, розрахунок поверхні та об'ємів тощо.
- підтримка: Digitals for Windows має широку мережу користувачів та розвинуту систему підтримки, що дозволяє швидко вирішувати будь-які технічні проблеми та отримувати допомогу в роботі з програмою.

Digitals for Windows чудово поєднується з обробленням результатів інженерно-геодезичної зйомки та подальшим експортом результату в інші програмні продукти пов'язані з проектуванням, наприклад, ПЗ Autodesk AutoCAD. Саме в такому випадку проявляється кросплатформеність даного програмного засобу. У купі разом з прийнятною ціною даний програмний продукт набув вагомої популярності на теренах України. [3]

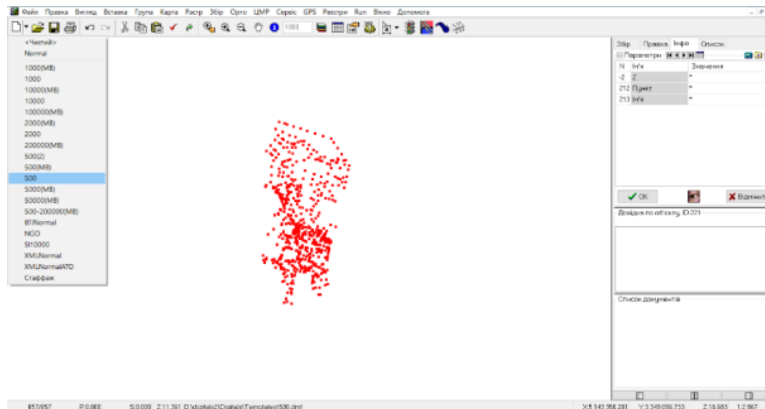
Експорт зручно проводити в DAT форматі. Перед експортом результатів зйомки в програмне забезпечення слід провести додаткові налаштування, які дозволять відкрити дані зйомки з кодами. Для цього необхідно створити або вказати шар у якому відкриються точки GNSS зйомки.

Відповідно слід зайти в налаштування та в розділі читання вказати код шару та коди параметрів. Для цього був створений точковий шар та атрибути до нього. Після їх ID вказані в параметрах (рис. 3.7).



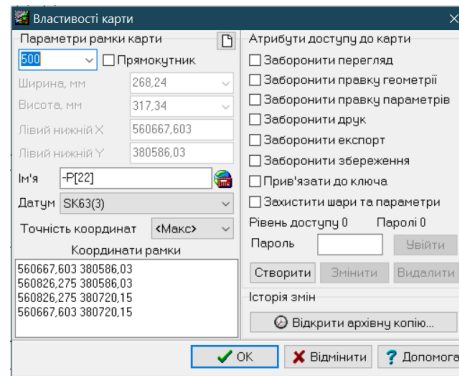
**Рис. 3.7 Налаштування для коректного відображення точок з кодами**

Після відкриваємо результати зйомки в програмі та копіюємо його в шаблон 500 (рис. 3.8).



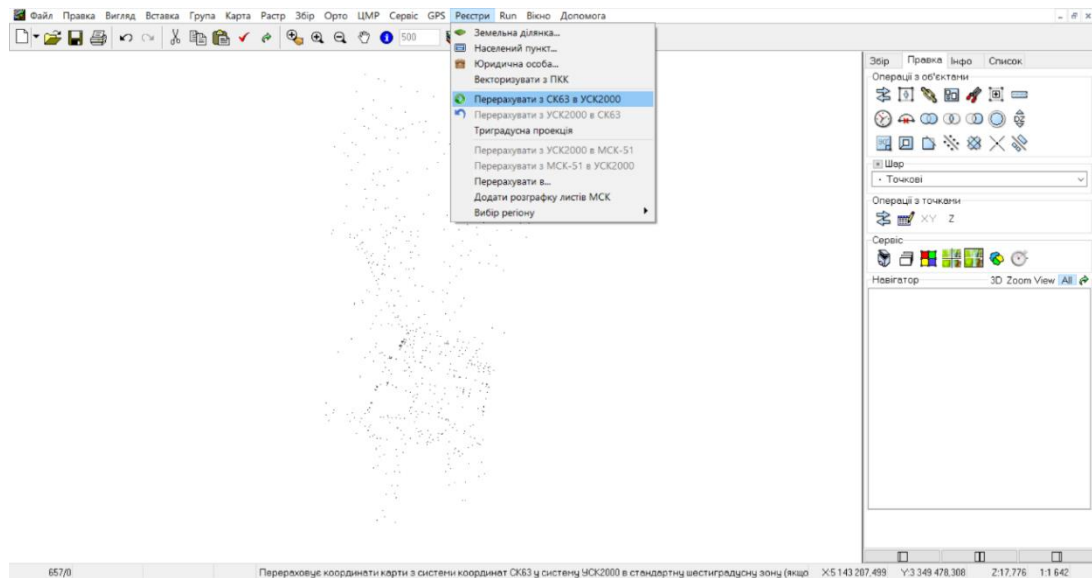
**Рис. 3.8 Копіювання результатів зйомки в шаблон 500**

Додатково за необхідності можна трансформувати координати в іншу систему координат. Так, зйомка була виконання в СК-63, а потім трансформована у УСК2000. При цьому слід вказати у властивостях карти датум (СК-63) (рис. 3.9).



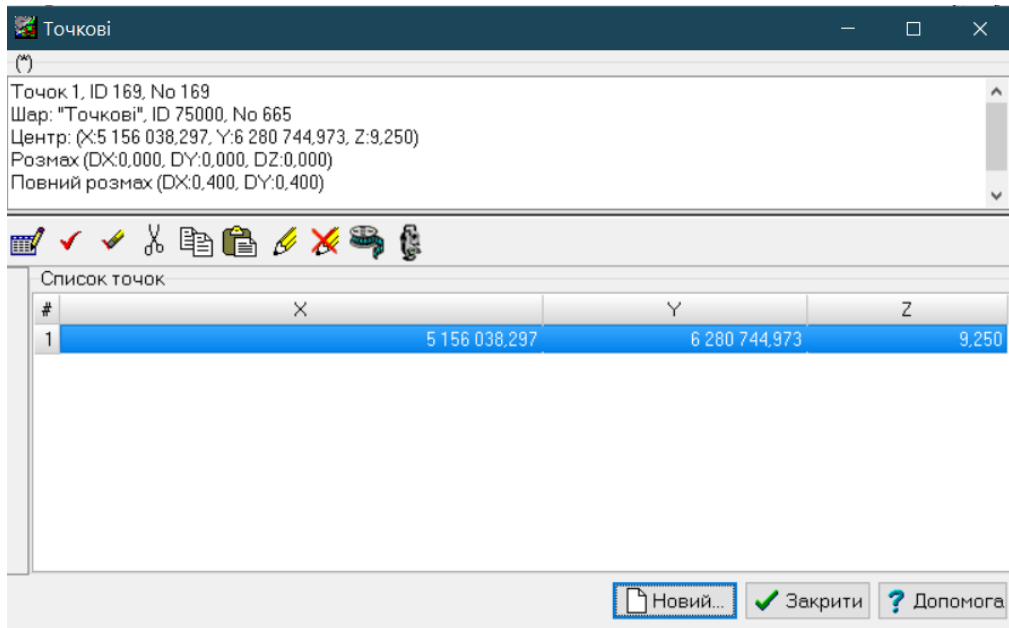
**Рис. 3.9** Властивості карти із вказаним датумом

Після трансформувати в необхідну систему координат через Реєстр командою Перерахувати з СК63 в УСК2000 (рис. 3.10) .



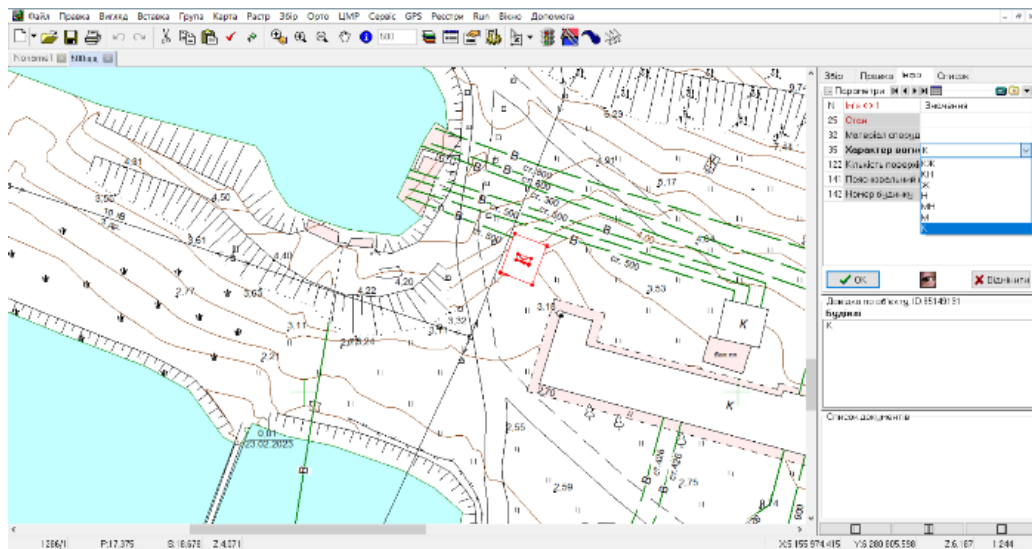
**Рис. 3.10** Запуск команди перерахунку координат

Після трансформації точки будуть мати відповідно нові координати (рис. 3.11).



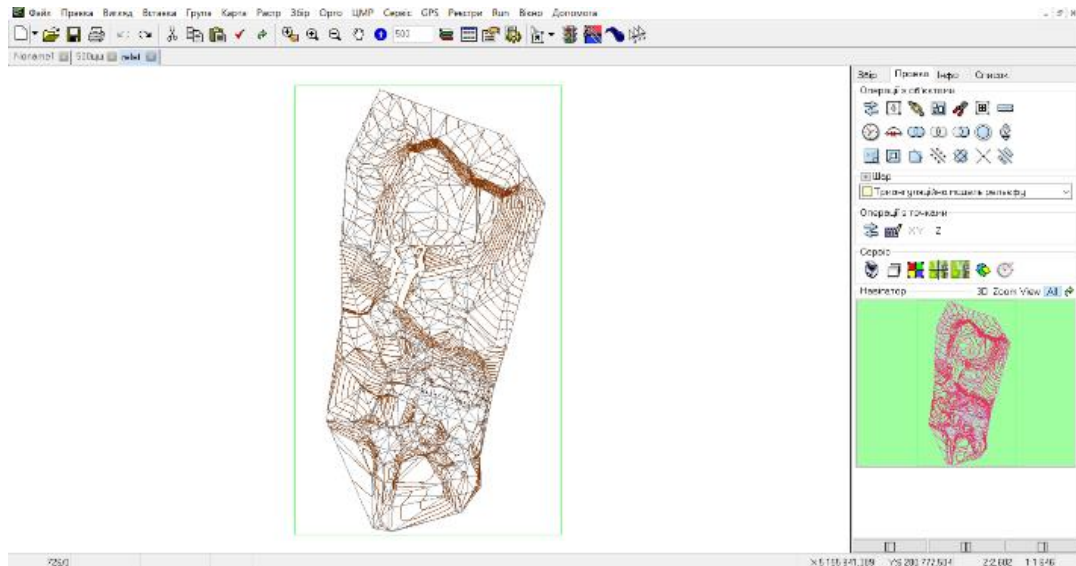
**Рис. 3.11** Результати перерахунку координат

В подальшому здійснюється складання топографічного плану у в режимі Збір та наповненням атрибутивною інформацією в режимі Інфо (рис. 3.12).



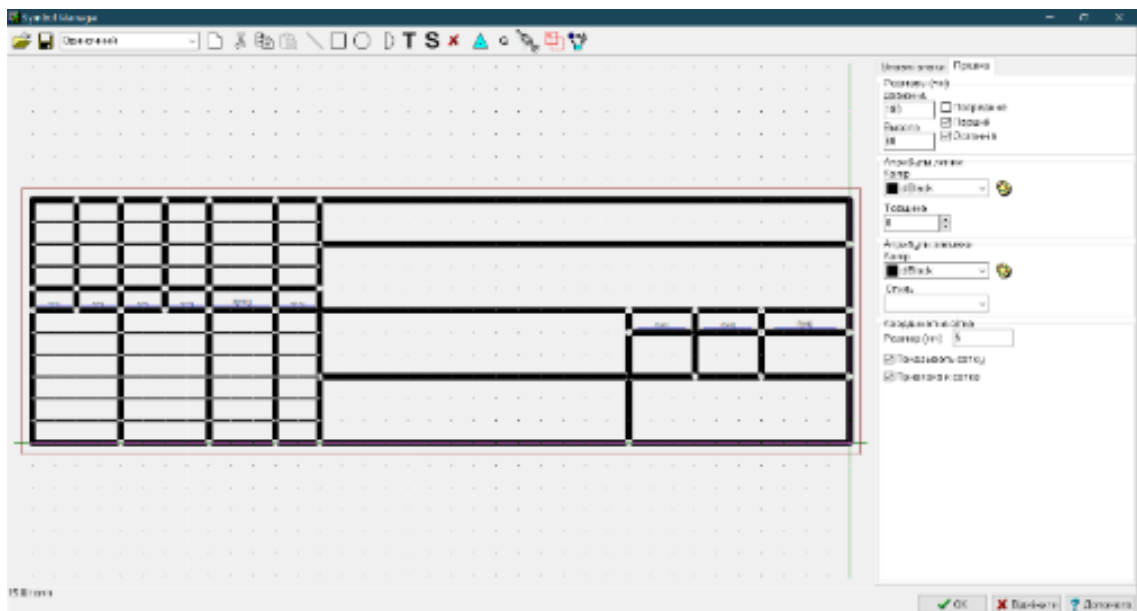
**Рис. 3.12.** Складання топографічного плану

Окремо від ситуації слід редагувати рельєф. За необхідності видаляти точки, які можуть стати причиною невідповідності зображення рельєфу. Тому відповідно точки копіюються в інший шаблон та зберігається під відповідною назвою. Створення ЦМР та її редагування здійснюється через однойменне меню. Запускаємо команду «Створити TIN». Зображуємо ухили, яри, інтерполюємо горизонталі відповідними умовними знаками (рис. 3.13).



**Рис. 3.13 Створення ЦМР та горизонталей**

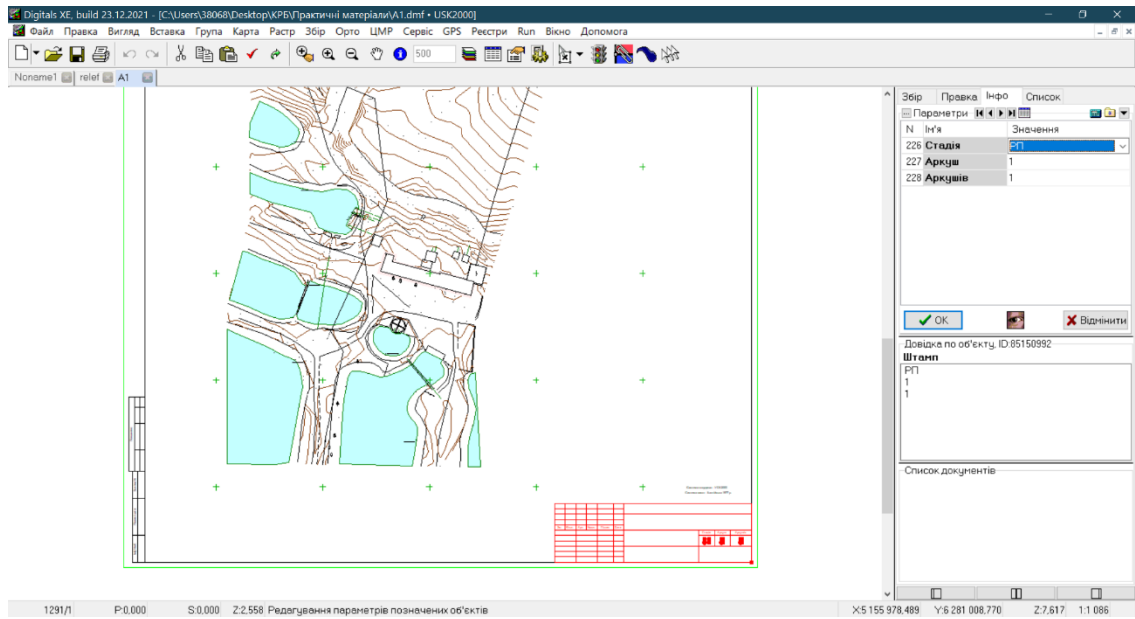
Створюють перетин координат сітки та оформлюють згідно ДСТУ Б.А.2.4 – 4:2009. Рамку з штампом можна викреслити вручну, створивши для цього відповідні шари, або більш автоматизувати процес, створивши відповідні умовні позначення елементів рамки. Так, через меню Карта, командою «Умовні позначення» слід запустити редактор та створити елементи оформлення.



**Рис. 3.14. Створення елементів рамки**

Крім того, слід створити відповідний шар для створених умовних позначень, а також відповідні атрибутивні поля.

Оформлюємо на підписуємо роботу (рис. 3.15.).



**Рис. 3.15. Заповнення графів штамп**

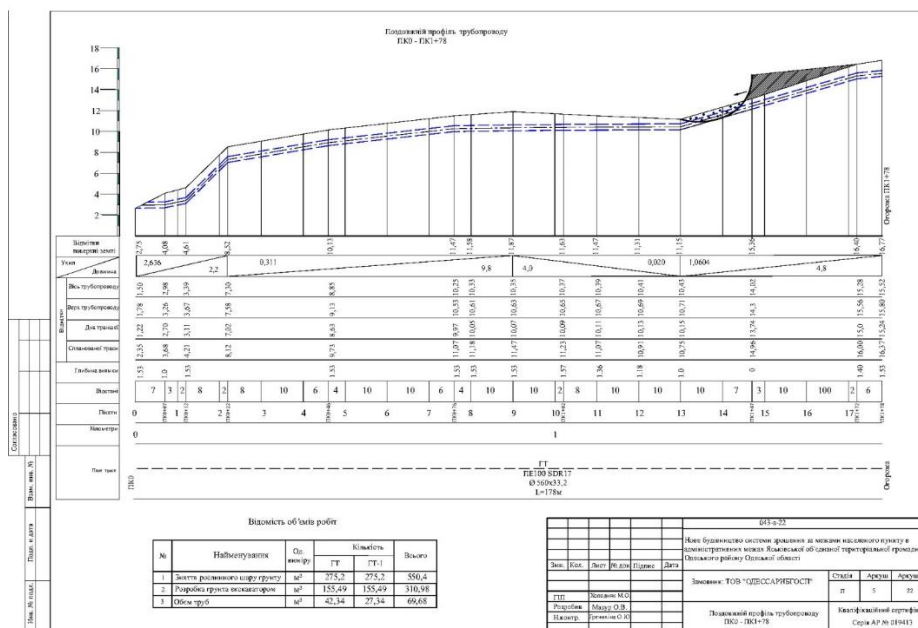
Через меню Вставка, таблиці, текст слід здійснити необхідні підписи.

Результат роботи матиме кінцевий вигляд:



**Рис. 3.16 Топографо-геодезичний план складений в Digital for Windows**

Складений план є основою здійснення проектування трубопроводу, створення генерального плану, побудови поздовжнього та поперечного профілів до траси прокладання проектного трубопроводу. (Рис 3.17.)



**Рис. 3.17. Профіль проектного трубопроводу складений за топографічним планом**

### Висновки до розділу

У даному розділі був проведений фізико-географічний аналіз району проведення робіт, що зумовлює необхідність проведення меліораційних заходів, а саме нове будівництво внутрішньогосподарського трубопроводу.

При проектуванні зрошувальних систем складовою частиною вихідних даних є інженерні вишукування. До них відносять інженерно-геодезичні вишукування, результати яких стають топографо-геодезичною основою для проектних рішень. В контексті проектування внутрішньогосподарського трубопроводу необхідним є здійснення інженерно-геодезичного обшукування на території розташування споруди насосної станції, в результаті якого був створений топографічний план 500 масштабу.

Масштаб та переріз рельєфу був розрахунково обґрунтований у залежності від умов території та чинною інструкцією.

Розглянуто та досліджено покриття референцними GNSS станціями на території України та ділянки проведення геодезичних робіт, в результаті якого вибрано було послуги ZakPOS, що дозволить виконання топографо-геодезичних робіт у граничній точності топографічного плану 500 масштабу.

Польові роботи виконувались із застосуванням GNSS приймача South S760, до якого наведені технічні характеристики. Розглянуто та виконано вимоги зйомки GNSS приймачем.

В процесі виконання робіт враховані особливості складання топографічного-плану в Digitals for Windows та переваги використаного програмного забезпечення, особливості експорту сирих даних з GNSS приймача.

Порядок виконання описаних в розділі робіт проілюстровано.

## ВИСНОВКИ

Провівши дослідження за темою кваліфікаційної роботи та вирішивши поставлені завдання можна зробити наступні висновки:

1. Проаналізовано принципи та реалізація поєднання в одне ціле сукупності інженерних мереж та споруд, які входять до складу гідромеліоративних зрошувальних систем.
2. Опрацьовані основні нормативно-правові документи, які використовуються при розробці проєктної документації при гідромеліорації земель.
3. Вивчені та проаналізовані вимоги щодо виконання інженерно-геодезичних вишукувань, як важливої складової в отриманні вихідних даних для виконання робочого проєкту згідно обраному способу зрошення земель призначених для сільськогосподарського товарного виробництва.
4. Встановлена беззаперечна перевага використання GNSS-технологій при проведенні топографо-геодезичних робіт на відкритих сільськогосподарських просторах півдня України. Визначена перевага використання сучасних GNSS-методів топографічного знімання в режимі RTK в порівнянні з іншими способами інструментального знімання.
5. Проведено комплекс робіт з топографо-геодезичного знімання та камеральних робіт, результатом яких є укладений топографо-геодезичний план, що став основою для прийняття проєктних рішень, у тому числі: складання проєкту генерального плану, поздовжнього профілю траси трубопроводу та ін.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. SOUTH Surveying & Mapping S760 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://geo-matching.com/gnss-receivers/s760>.
2. Trimble GNSS Planning Online [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gnssplanning.com/#/settings>.
3. Беспалова А. В. Інженерний супровід об'єктів будівництва та реконструкції: [Навчальний посібник] / А. В. Беспалова, О. А. Файзуліна, М. П. Сахацький. – Одеса, 2017. – 108 с.
4. Білоус В. В., Боднар С. П. Раїдоелектронна геодезія. Навчальний посібник. – К: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 106 с.
5. Висновок про гідрогеолого-меліоративний стан земельної ділянки планованого будівництва трубопроводу для транспортування води по робочому проєкту "Нове будівництво внутрішньогосподарського трубопроводу ТОВ "ОДЕССАРИБГОСП" за межами населеного пункту в адміністративних межах Ясківської об'єднаної територіальної громади Одеського району Одеської області – Одеса, 2023.
6. Візіком. Цифрова інтерактивна карта [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://maps.visicom.ua/c/30.14403,46.50343,17?lang=uk>.
7. ДБН А.2.1-1-2008 Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-183>.
8. ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_a\\_2\\_1\\_1\\_2014/1-1-0-1167](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a_2_1_1_2014/1-1-0-1167).
9. ДБН А.2.2-1:2021 "Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3074091730048386648?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074091730048386648?doc_type=2)

10. ДБН А.2.2-3:2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/6.1.-DBN-A.2.2-32014.Skladtazmistproektnoyidokumen.pdf?\\_\\_cf\\_chl\\_tk=oGGCs.T\\_foOBqPBkVCiPBaMeYvp7Y7x9ukUTyAnBgIY-1681678508-0-gaNycGzNDTs](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/6.1.-DBN-A.2.2-32014.Skladtazmistproektnoyidokumen.pdf?__cf_chl_tk=oGGCs.T_foOBqPBkVCiPBaMeYvp7Y7x9ukUTyAnBgIY-1681678508-0-gaNycGzNDTs).
11. ДБН В.2.4-1-99 "Меліоративні системи та споруди" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/84.1.-DBN-V.2.4-1-99.-Meliorativni-sistemi-ta-sporudi.pdf>.
12. Дорожній геокалькулятор [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kplus.ukravtodor.gov.ua/>.
13. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 "Основні вимоги до проектної та робочої документації" – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 73 с.
14. Закон України "Про меліорацію земель" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1389-14#Text>.
15. Закон України "Про оцінку впливу на довкілля" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>.
16. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності». [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
17. Закону України «Про охорону археологічної спадщини». [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1626-15#Text>
18. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text>.
19. Каховське водосховище за крок до катастрофи через російських окупантів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://eco.rayon.in.ua/topics/575536-kakhovske-vodoskhovishche-za-krok-do-katastrofi-cherez-rosiyskikh-okupantiv>.

20. Керкер В. Б. Методика і попередні результати експериментальних досліджень ефективності використання сигналів GLONASS під час RTK вимірювань / В. Б. Керкер. // Геодезія, картографія і аерофотознімання.-2011.-№75. - С.25 - 30.
21. Ковальчук, Н. П. Лісові фітоценози України в умовах воєнного стану / Н. П. Ковальчук,, Н. О. Толстушко. – Луцьк, 2022.
22. Кородке керівництво Carlson SurvCE, 2015. – 44 с
23. Лисенко Б. О. Використання сучасних технологій для підвищення ефективності розпланувальних робіт: дис. канд. техн. наук: 05.24.01 / Лисенко Богдан Олегович – Львів, 2020.
24. Мережа референцних GNSS станцій ZakPos [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[http://zakpos.zakgeo.com.ua/index.php?option=com\\_content&task=view&id=18&Itemid=86](http://zakpos.zakgeo.com.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=86).
25. Міністерство аграрної політики та продовольства України "Огляд стану меліорації в Україні" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://minagro.gov.ua/napryamki/melioraciya/oglyad-stanu-melioraciyi-v-ukrayini>
26. Наливайко Д. В. Інженерно-геодезичні вишукування при проектуванні інженерних об'єктів / Д. В. Наливайко, І. В. Онишко // Матеріали 82-ї міжнародної студентської наукової конференції ["Інноваційні методи проектних та геодезичних робіт"] / Д. В. Наливайко, І. В. Онишко. – Харків, 2020. – С. 183–187.
27. Новая RTK система S760-2013 от South [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://eps.com.ua/news/south-s760-2013/>.
28. Основи меліорації і ландшафтознавства Електронний підручник [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[https://www.shevchenkove.org.ua/person\\_syte/Goch/Dosvid/%D0%9E%D1%81%D0%BD%20%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%86%20%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B1%202020/4/4.htm#%D1%9442](https://www.shevchenkove.org.ua/person_syte/Goch/Dosvid/%D0%9E%D1%81%D0%BD%20%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%86%20%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B1%202020/4/4.htm#%D1%9442).

29. Островський А. Л. Геодезія, частина II / А. Л. Островський. – Львів, 2007. – 506 с.
30. Паспорт Одеської області 2021 рік [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://oda.od.gov.ua/wpcontent/uploads/2023/01/pasport\\_odeskoyi\\_oblasti\\_za\\_2021\\_rik.pdf](https://oda.od.gov.ua/wpcontent/uploads/2023/01/pasport_odeskoyi_oblasti_za_2021_rik.pdf).
31. Попов В. М. Наукові засади урядування водорозподільними системами на принципах ресурсо- та енергозаощадження : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 06.01.02 "Сільськогосподарські меліорації" / Попов Віктор Микорайович – Київ, 2010. – 39 с.
32. Порядок топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://utgk.org.ua/>.
33. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://ecoaction.org.ua/pryroda-tavijna.html?gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHcIDJROxeR0RjF1Ez0sdXp8Hu6ldl0uzq\\_7pNcbxpcaxbpfxdRY0hoCa6EQAvD\\_BwE](https://ecoaction.org.ua/pryroda-tavijna.html?gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHcIDJROxeR0RjF1Ez0sdXp8Hu6ldl0uzq_7pNcbxpcaxbpfxdRY0hoCa6EQAvD_BwE).
34. Програмне забезпечення для цифрової картографії та землеустрою Digital for Windows [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.vinmap.net/?act=ind>.
35. Ракецька В. Є. Роль і місце геодезичних робіт у будівельному комплексі / В. Є. Ракецька // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції ["Перспективи інституціонального розвитку земельних відносин в Україні"] / В. Є. Ракецька. – Полтава, 2019. – С. 148–149.
36. Ратушняк Г. С. Інженерні вишукування. Навчальний посібник. / Г. С. Ратушняк, О. Д. Панкевич, О. Г. Лялюк. – Вінниця, 2009. – 150 с.
37. Рокочинський А. М. Основи гідромеліорації: навчальний посібник / А. М. Рокочинський, Г. І. Сапсай, В. Г. Муранов. – Рівне, 2014. – 253 с.
38. Ромащенко М. І. Системи краплиного зрошення: навчальний посібник / М. І. Ромащенко, В. І. Доценко, Д. М. Онопрієнко. - Київ - Дніпропетровськ, 2007. – 168 с.

39. Староконь Т. В. Сучасний стан геодезичних розмічувальних робіт в Україні / Т. В. Староконь // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти [Молодь – Аграрній Науці і виробництву "Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві"] / Т. В. Староконь. – Біла Церква, 2022.
40. Технічний звіт "Зведений каталог активних референцних станцій України: 2015-2017 рр." – Львів, 2018.
41. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 – Київ, 2001. – 221 с.
42. Черняга П. Г. Супутникова геодезія. Навчальний посібник / П. Г. Черняга. – Рівне, 2013. – 222 с.
43. Як війна впливає на довкілля і як можна допомогти його відновлювати - розповідає екологиня [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/231917-ak-vijna-vplivae-na-dovkilla-i-ak-mozna-dopomogti-jogo-vidnovlupati-rozpovidae-ekologina/>.