

«СКЛАДАННЯ ВІДОМОСТІ ВИРАХУВАННЯ ПЛОЩ КОНТУРІВ»

Мета роботи: набуття навичок для вирахування площ контурів, складання «Відомості вирахування площ контурів».

Теоретичні положення:

Для обчислення площі ділянок застосовують формули геометрії, тригонометрії. При цьому ділянки складних геометричних фігур ділять на місцевості на трикутники бажано рівносторонні, трапеції, прямокутники і загальну площу ділянки визначають як суму площ окремих фігур. Далі наведені основні формули, що часто використовуються для обчислення площ простих геометричних фігур.

Аналітичний спосіб визначення площ. Якщо по межах землекористування або по частинах землекористувань прокладені теодолітні ходи, то площі обчислюють за координатами вершин полігонів. Площі контурів і ділянок можна також обчислити за координатами графічним (визначають за даним планом) або фотограмметричним (визначаються за аерознімками) методами. У навчальному посібнику «Геодезія» наведено формули для визначення площі P за координатами:

$$2P = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) \quad (1)$$

$$2P = \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}) \quad (2)$$

коли координати вершин полігона (контура, ділянки) виписані за ходом годинникової стрілки. Приклад для обчислення площі за формулами (1) і (2), коли спочатку визначають різниці координат:

$$X_{i-1} - X_{i+1} \text{ і } Y_{i+1} - Y_{i-1}$$

$$X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \text{ і } Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}).$$

Щоб уникнути грубих помилок часто використовують і формули для обчислення площ, в які поряд з координатами входять збільшення координат. Ці формули можна отримати, виходячи з виразу (1), який можна записати так:

$$2P = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i-1} - y_i + y_{i-1} y_{i+1}) \text{ або}$$

$$2P = \sum_{i=1}^n x_i y_i + \sum_{i=1}^n x_i y_{i-1}$$

$$\text{Оскільки } \sum_{i=1}^n x_i y_{i-1} = \sum_{i=1}^n x_{i+1} y_i \text{, тоді}$$

$$2P = \sum_{i=1}^n x_i y_i + \sum_{i=1}^n x_{i+1} y_i. \quad (3)$$

Цю формулу можна записати так:

$$2P = \sum_{i=1}^n y_i (x_i + x_{i+1}) = \sum_{i=1}^n y_i (x_i + x_i + x_i) \text{ або}$$

$$2P = 2 \sum_{i=1}^n x_i y_i + \sum_{i=1}^n x_i y_i, \text{ тому}$$

$$2P = \sum_{i=1}^n x_i y_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad (4)$$

Формули (3) і (4) найзручніші для визначення площ на обчислювальних машинах, причому результати, одержані за цими формулами, взаємно контролюються. Зручність обчислення площ за цими формулами полягає в тому, що всі співмножники поміщаються у сусідніх графах відомості координат. Для визначення площі треба мати всього три суми похідних, з яких одна входить в обидві формули.

Результат обчислення площ полігона наведені в правій частині таблиці

Обчислення площі ділянки

№ вершин	X	Y	Y _{n+1} - Y _{n-1}	X _{n-1} - X _{n+1}	X _n (Y _{n+1} - Y _{n-1})	Y _n (X _{n-1} - X _{n+1})
1	21,11	453,48	833,08	1850,48	17586,32	839155,67
2	-689,97	-920,06	-1320,14	-291,85	910857,00	268519,51
3	312,96	-866,66	-833,08	-1850,48	-260720,72	1603737,00
4	1160,51	-1753,14	1320,14	291,85	1532035,67	-511653,91
		2Σ	0,00	0,00	2199758,27	2199758,27
				Σ	1099879,135	1099879,135

Проміжним контролем обчислень слугує рівність сум різниць координат у графах Y_{n+1} - Y_{n-1} і X_{n-1} - X_{n+1} відомості нулю. Сума добутків у графах X_n(Y_{n+1} - Y_{n-1}) і Y_n(X_{n-1} - X_{n+1}) має бути однаковою. Вона дорівнює подвійній площі полігона.

Графічний спосіб визначення площ полягає в тому, що ділянки, зображені на плані, розбивають на найпростіші геометричні фігури, переважно на трикутники, рідше – на прямокутники і трапеції. У кожній фігурі на плані

вимірюють висоту і основу, за якими обчислюють площу. Сума площ фігур дає площу ділянки.

Чим більше кутів має межа ділянки, тим менше ефекту від застосування вказаного способу. Отже, для обчислення площ ділянок, що мають велику кількість кутів, застосовувати цей спосіб недоцільно.

Найкращим варіантом розбивки ділянки на трикутники буде той, за якого трикутники близькі до рівносторонніх (точніше, висоти за величиною близькі до основ), що буде доведено в наступному пункті.

Якщо висоти або основи, за якими обчислюють площі фігур, являють собою лінії, виміряні на місцевості, наприклад сторону теодолітного полігона, то для підвищення точності визначення площ довжини цих ліній за планом не вимірюють, а беруть величини, одержані вимірюванням на місцевості. Точність обчислення площі нерівностороннього трикутника буде вищою у тому разі, якщо коротку основу (або висоту) виміряти на місцевості, а довгу висоту (чи основу) визначити за планом, що буде доведено в наступному пункті.

Для контролю та підвищення точності обчислення площу кожного трикутника визначають двічі: за двома різними основами й двома висотами і якщо розбіжність допустима, то з двох значень площі виводять середнє. Допустимість розходження між двома значеннями площі обчислюють за формулою:

$$\Delta P_{\text{за}} = 0,04 \frac{m}{10000} \sqrt{P_{\text{за}}} \quad (5)$$

де М – знаменник чисельного масштабу плану.

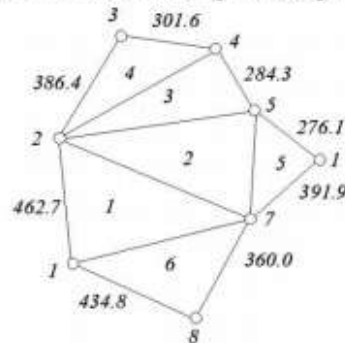


Рис. Обчислення площ графічним способом

Для забезпечення контролю обчислень і підвищення точності при виборі висоти і основи не слід прагнути до того, щоб в суміжних трикутниках вони повторювалися, оскільки це призведе до залежності результатів обчислень і може спричинити грубі похибки.

Обчислення графічним способом площі полігона, зображеного на рисунку, наведено в таблиці.

Обчислення площ графічним способом

Номер трикутників з вершинами	Номер виміру	Основа, м	Висота, м	Подвійні площі, га	Середнє значення подвійних площ , га
1	I	462,7	580	26,84	26,85
1—2—7	II	728	369	26,86	
2	I	458	657	30,09	30,14
2—5—7	II	674	448	30,20	
3	I	284,3	566	16,09	16,07
2—4—5	II	571	281	16,05	
4	I	386 4	280	10,82	10,86
2—3—4	II	301,6	361	10,89	
5	I	276,1	390	10,77	10,78
5—6—7	II	391,9	275	10,78	
6	I	360,0	435	15,66	15,66
7—8—1	II	434,8	360	15,65	
			Усього:	220,71	110,36

Якщо відомі координати точок по межі ділянки та є обчислювальна машина, то доцільніше застосовувати аналітичний спосіб.

Спосіб А.М. Савича (механічний) застосовують для визначення великих площ, наприклад площ землекористування, коли потрібна підвищена точність. Сутність його полягає в тому, що площу ділянки (рис.), укладену в ціле число квадратів координатної сітки P_0 , визначають за їхньою кількістю; планіметром обводять лише площі секцій, які виходять за межі цих квадратів a_1, a_2, a_3 і a_4 і доповнюють їх до цілих квадратів сітки b_1, b_2, b_3 і b_4 . Площі a і b обводять планіметром при двох положеннях полюса, по два обводи в кожному положенні, й виражають у поділках планіметра.

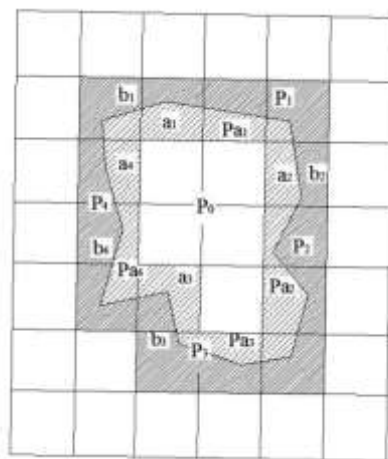


Рис. Схема розбивки на ділянки секції за способом Савича

Нехай шукані площі секції в гектарах, що відповідають позначенням a_1, a_2, a_3, a_4 , будуть $P_{a1}, P_{a2}, P_{a3}, P_{a4}$. Площі цілих квадратів, які відповідають кількості поділок $a + b$, позначимо через P_1, P_2, P_3 і P_4 .

Оскільки між площами, вираженими в гектарах, і поділками планіметра, існує пряма пропорційність, то можна скласти залежність:

$$\begin{aligned} \frac{P_{a1}}{a_1} &= \frac{P_1}{a_1 + b_1} \\ \frac{P_{a2}}{a_2} &= \frac{P_2}{a_2 + b_2}, \text{ звідки:} \\ P_{a1} &= \frac{P_1}{a_1 + b_1} a_1, \quad P_{a2} = \frac{P_2}{a_2 + b_2} a_2 \end{aligned}$$

За наведеними формулами обчислюють площі секцій, які виходять за межі цілих квадратів координатної сітки. Крім того, слід мати на увазі, що величини визначають ціни поділки планіметра, і невелике розходження у них, яке не перевищує 1/400 від величини ціни поділки планіметра, свідчить про правильність визначення величини a . Контроль здійснюють також порівнянням величин a та b , виражають площу цілих квадратів координатної сітки в поділках планіметра. Відносна розбіжність між значеннями цих величин, відповідної площі однієї і тієї ж самої кількості цілих квадратів координатної сітки також не повинна перевищувати 1/400. Шукана площа ділянки буде:

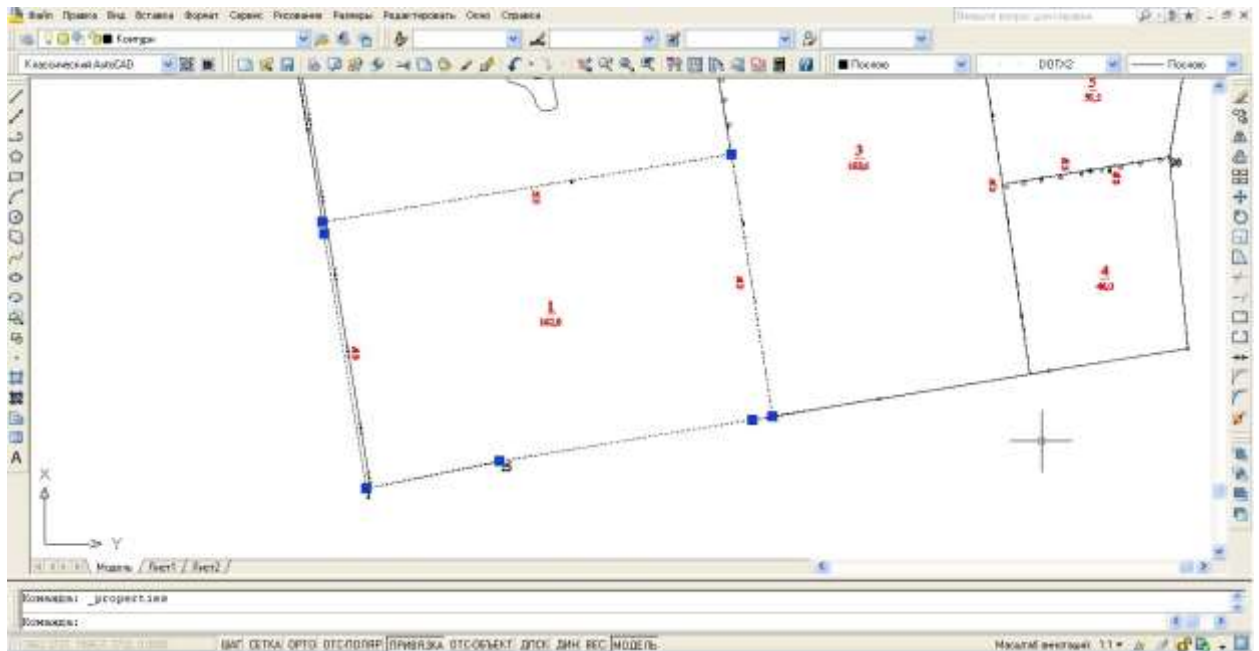
$$P = P_a + P_{a1} + P_{a2} + P_{a3} + P_{a4}$$

Перевага способу Савича полягає у тому, що при цьому механічно враховується деформація паперу, на якому складені план або карта, зменшується площа фігур, що обводяться, підвищується точність її визначення.

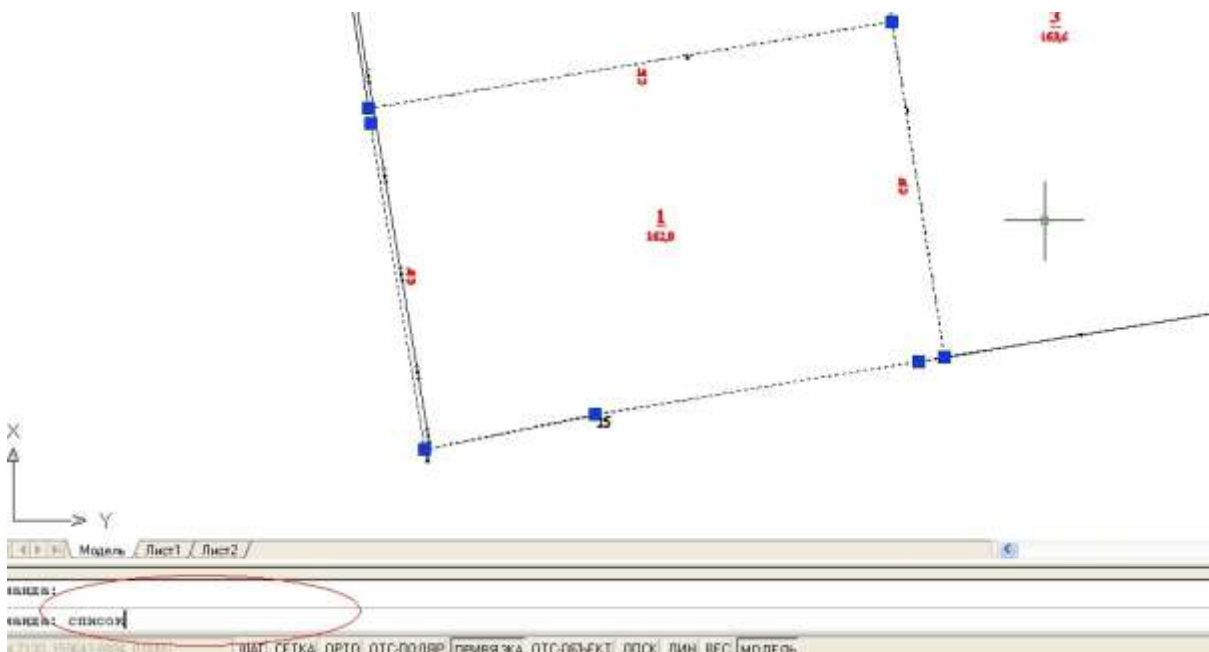
Зміст пояснювальної записки: пояснювальна записка повинна містити короткий теоретичний матеріал, який стосується теми даної роботи, опис виконаної роботи згідно пунктів: способи визначення площ, складання відомості вирахування площ контурів; питання для самостійного опрацювання (точність визначення площі контурів) коментарі та висновки до таблиці.

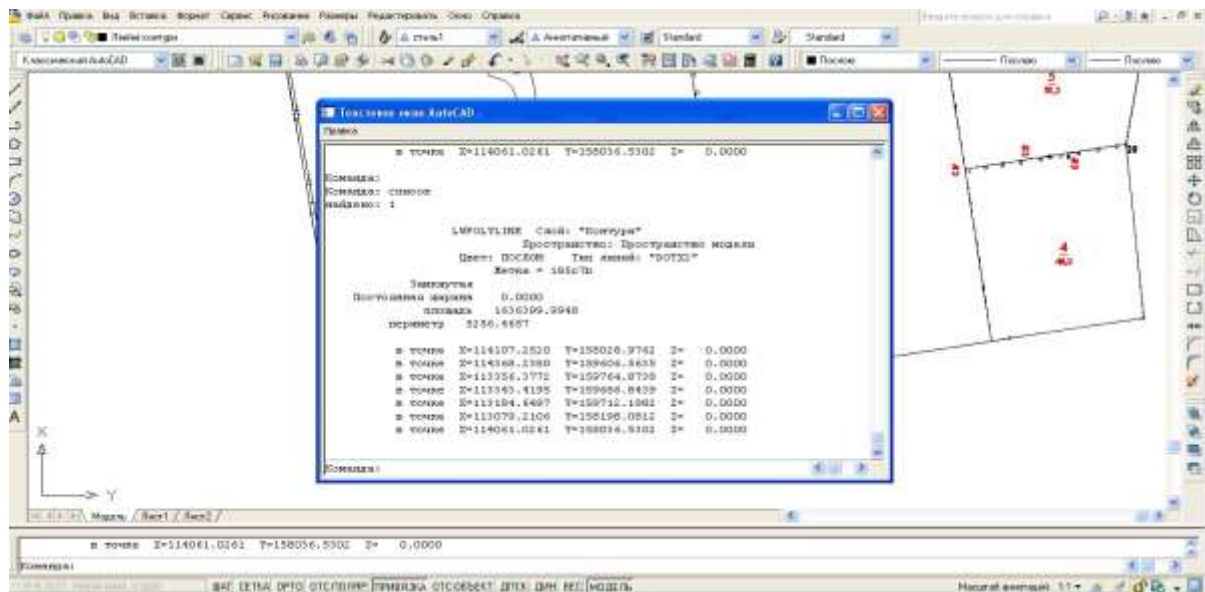
Порядок виконання:

1. На основі опрацьованої теми «Складання відомості вирахування площ контурів», визначити основні аспекти даної теми та скласти пояснювальну записку.
2. Оцифровуємо контури в програмі AutoCAD за допомогою функції «Полилиния».



3. За допомогою команди «СПИСОК» отримуємо координати першого контуру та записуємо їх до «Відомості вирахування площ контурів»:





Відомість вирахування площ контурів.xls [Режим совместности] - Microsoft Excel

ГлавнаяМенюВставкаРазметка страницыФормулыДанныеРецензированиеВидOffice TabНадстройки

ОбычныйРазметка страницыПредставлениеВо весь экранРежимы просмотра книги

Страничный режим

ДлинныеСтрока формулСеткаЗаголовкиПанель сообщенийПоказать или скрыть

Масштаб: 100%Масштабировать выделенный фрагментМасштаб

Новое окноРазделитьУпорядочить всеЗакрепить областиОчиститьОкно

F6B6*D6

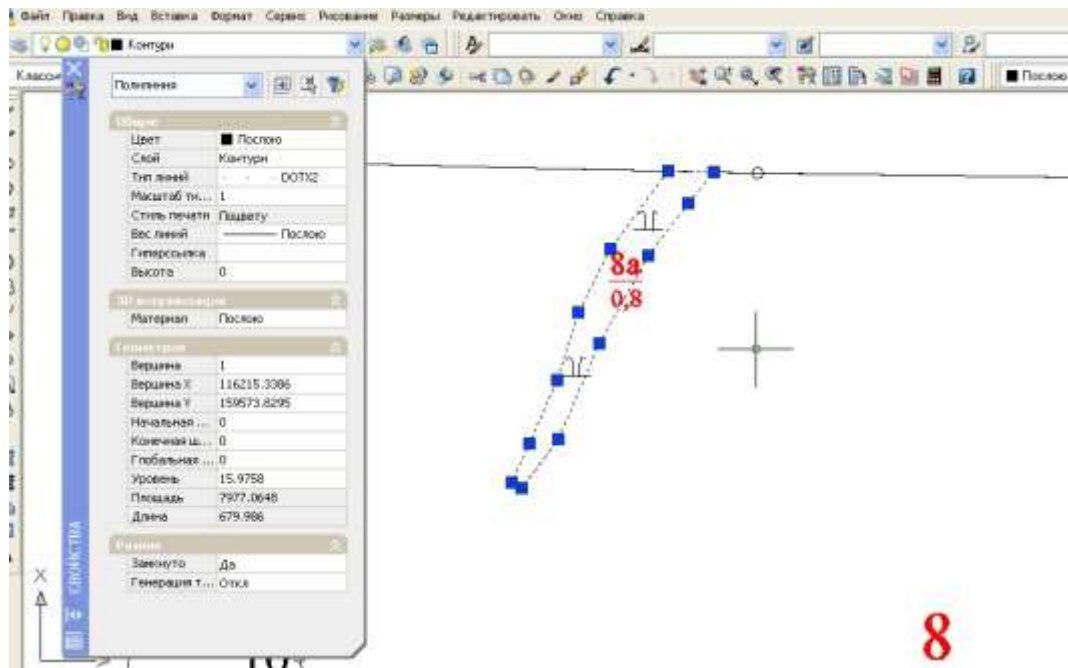
Відомість вирахування площ контурів.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Відомість вирахування площ контурів												
2	№ контура	Координати, м		Різниця		Добуток		Площа, га	Поправка	Ув'язана площа, га	Площа вкрапл. конт., га	Площа утілля, га	
3		X	Y	$Y_{n-1} - Y_n$	$X_{n-1} - X_n$	$X_n(Y_{n-1} - Y_n)$	$Y_n(X_{n-1} - X_n)$						
4	1	114107	158028	1570	-307	179147990	-48514596	163,6		163,6		162,0	
5		114368	159606	1736	751	198542848	119864106						
6		113356	159764	80	1025	9068480	163758100						
7		113343	159686	-1052	172	-119236836	27465992						
8		113184	158712	-1488	264	-168417792	41899968						
9		113079	158198	-676	-877	-76441404	-138739646						
10		114061	158036	-170	-1028	-19390370	-162461008						
11		2Σ	0	0	3272916	3272916							

4. Розраховуємо площу контуру аналітичним способом за допомогою формул:

$$2P = \sum Y_i(X_{i-1} - X_{i+1}) \quad 2P = \sum X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1})$$

5. Оцифровуємо всі площинні контури та записуємо їх координати до «Відомості вирахування площ контурів», обчислюємо їх площі аналітичним способом. Якщо площа контура менше 1 га, обчислювати її аналітичним способом не потрібно, переписуємо її з AutoCAD: Контур – Свойства – Площадь. Записуємо площу в га до «Відомості вирахування площ контурів» в графу «Площа, га» або «Площа вкрапленого контуру, га»



6. Лінійні контури (польові дороги, лісосмуги, ЛЕП) оцифровуємо за допомогою функції «Отрезок». Їх площі обчислюємо за формулою:

$$S = a * b$$

де a – це довжина контура, м
 b – ширина контура, м.

Обчислену площу в га записуємо до «Відомості вирахування площ контурів» в графу «Площа вкрапленого контуру, га».

7. Розраховуємо суму площ контурів за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i$$

8. Розраховуємо допустиму похибку визначення площі:

$$f_{\text{доп.}} = 1/2000 * S_{\text{аналіт.}}$$

9. Розраховуємо абсолютну похибку визначення площі:

$$f_{\text{абс.}} = S - S_{\text{аналіт.}}$$

10. Вносимо поправку в графу «Поправка, м».

Поправка розподіляється пропорційно до площі контура.

11. Розраховуємо ув'язану площу за формулою:

$$S_{\text{ув'яз.}} = S_i + \text{поправка}$$

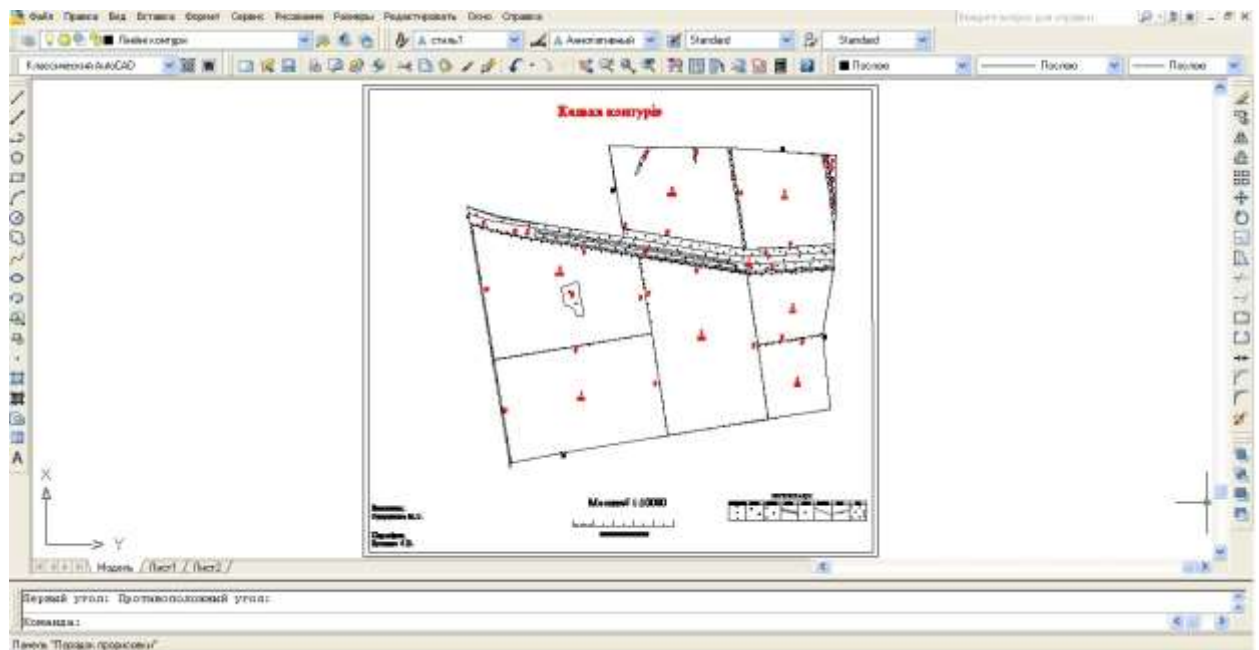
12. Розраховуємо площу угідь:

$$S_{\text{угіддя}} = S_{\text{ув'яз.}} - S_{\text{вкрапл. контуру.}}$$

13. Розраховуємо суму площ угідь. Звіряємо з площею землекористування розрахованою за аналітичним способом.

14. Заповнюємо таблицю 1 «Відомість вирахування площ контурів»

15. Підписуємо на плані всі контури та їх площі за допомогою функції «Надпись». Створюємо кальку контурів.



Таблиця 1 Відомість вирахування
площі контурів

№ контура	Координати, м		Різниця		Добуток		Площа, га	Поправка	Ув'язана площа, га	Площа вкрапл. конт., га	Площа угіддя, га
	X	Y	$Y_{n+1}-Y_{n-1}$	$X_{n-1}-X_{n+1}$	$X_n(Y_{n+1} - Y_{n-1})$	$Y_n(X_{n-1} - X_{n+1})$					
1	114107	158028	1570	-307	179147990	-48514596	163,65		163,65		162,03
	114368	159606	1736	751	198542848	119864106					
	113356	159764	80	1025	9068480	163758100					
	113343	159686	-1052	172	-119236836	27465992					
	113184	158712	-1488	264	-168417792	41899968					
	113079	158198	-676	-877	-76441404	-138739646					
	114061	158036	-170	-1028	-19390370	-162461008					
		2Σ	0	0	3272916	3272916					
1а										0,31	0,31
1б										0,80	0,80
1в										0,51	0,51
.....											
						Σ	868,15	0,20	868,35		868,35
						Σ анал.	868,30				
						f абс.	-0,15				
						f доп.	0,43				

Контроль: $f_{\text{доп.}} = 1/2000 * S_{\text{аналіт.}}$

Контрольні запитання:

1. Назвіть способи визначення площ на топографічних планах і картах.
2. Як обчислити допустиму нев'язку визначення площі по контурах?
3. Як визначають площу ділянки аналітичним методом?
4. Що таке поконтурна експлікація?
5. Для чого складають поконтурну експлікацію?
6. Дайте визначення зведеної експлікації.
7. Для яких потреб складають зведену експлікацію?

Джерела:

1. Бутенко, Є.В. Геодезичні роботи у землеустрої : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.// Є.В. Бутенко, І.П. Купріянич.- К. : Гордон, 2011. – 306 с.
2. Геодезія: Навчальний посібник. Гора І.М., Порицький Г.О., Рафальська Л.П. – Київ: ВОУФІ-БФ «Візаві», 2000. – 274 с.

Нормативні:

1. Земельний кодекс України: чинне законодавство зі змінами та допов. на 1 березня 2010 року: (Відповідає офіц. текстові) – К.: Алерта; КНТ; ЦУЛ, 2010. – 88с.
2. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 16.10.2012

Основні:

1. Бутенко, Є.В. Геодезичні роботи у землеустрої : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.// Є.В. Бутенко, І.П. Купріянич.- К. : Гордон, 2011. – 306 с.

Інтернет-джерела:

1. Геодезія з основами землевпорядкування. Електронний навчальний посібник.

http://elibrary.nubip.edu.ua/2471/1/Геодезія_електр_посібн.pdf

2. Методичні вказівки та контрольні завдання по дисципліні «Інженерна геодезія» для студентів заочного навчання. Частина І.

http://files.khadi.kharkov.ua/index.php/faily/item/download/122_2237463fd2be1fcfb5aeef00dc0d6d12

3. Топографія з основами геодезії. Методичні вказівки до вивчення курсу. http://www.lnu.edu.ua/faculty/geography/Strukt/Biblio/Prakt_lab/top.pdf

Засоби для виконання:

Стандартне програмне забезпечення (Microsoft Office 2003: MS Word 2003, MS Excel 2003, AutoCad 2008-2013). Розміри полів: ліве – 30мм, праве – 20мм, верхнє – 20мм, нижнє – 20мм, орієнтація книжкова. Шрифт – Times New Roman, інтервал 1,5, розмір – 14pt. Абзацний відступ – 1,25см.

Форма подання:

1. В електронній формі (Microsoft Office 2003: MS Word 2003, розширення .doc).

2. Розміщення на аркушах паперу формату А4 (297×210мм). Реферативна форма подання (від 5 до 10 сторінок) виконаного завдання з включенням таблиць.

Критерії оцінювання:

Елемент завдання	Критерій оцінювання	Кількість балів
Реферативне подання матеріалу (від 5 до 10 сторінок)	Чітке і грамотне оформлення	4
Висвітлення основних питань теми	Розкрити 2 питання, які висвітлені у лабораторній роботі (наведені у змісті пояснювальної записки)	4

Висвітлення додаткових питань	Розкрити 2 питання, самостійного опрацювання (наведені у змісті пояснювальної записки)	4
Заповнення таблиці	Правильно заповнити з відповідними округленнями	4
Висновок	Описати результати роботи	4
Всього		20

Строки виконання: протягом двох тижнів з моменту видачі завдання.