

Херсонський державний аграрний університет

Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем

Навчальний посібник

Херсон
Видавництво ХДУ
2007

УДК: 004.942:91:681.518:338.43(075)
ББК: 26.8:73:4я7

Авторський колектив: Морозов В.В. – к. с.-г. н., професор, (вступ, розділи: 1,3,6, глосарій, заключення) ; Плоткін С.Я. – к. ф. – м. н., доцент; (розділи: 2,8,9); Поляков М.Г. – к. с.-г. н., доцент (розділи: 2,6,8,9); , Морозов О.В. – к. с.-г. н., доцент; Пічура В.І.; Угрін Ф.Д.(розділ 3, глосарій); Мацко П.В. – к. с.-г. н., доцент, Зражевська Л.А. (розділи 4,5); Мирошніченко О.І. – к. с.-г. н., доцент; Кузьменко В.Д. – доцент; Волочнюк Є.Г. – к. с.-г. н., доцент; Колесников В.В. – к. с.-г. н., доцент,(розділ 6); Грановська Л.М. – к. с.-г. н., доцент; Дудяк Н.В. (підрозділ 6.15);Ковальчук П.І. – д. т. н., професор; Задорожній А.І. – к. т. н., доцент; Волошин М.М. – к. т. н., доцент; Ковальчук В.П. – к. т. н., с.н.с.; Пендак Н.В. – к.т.н. (розділ 7); Нежлукченко В.М. – к. т. н., доцент; Поляков М.М. (розділ 8); Лисогоров К.С. – д. с.-г. н., с. н. с.; Бояркіна Л.В. (розділ 10).

Рекомендовано вченою радою Херсонського державного аграрного університету (протокол №5 від 24 січня 2007 р.) і НМК "Гідромеліорація" Мінагрополітики України (протокол №1 від 4 квітня 2007 р.), як навчальний посібник для підготовки фахівців в аграрних вищих навчальних закладах 3 – 4 рівня акредитації.

Рецензенти:

В.В. Марасанов – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедру економічної кібернетики Херсонського державного аграрного університету;

О.В. Співаковський – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедру інформатики, проректор з науково – педагогічної роботи, міжнародних зв'язків та інформаційних технологій Херсонського державного університету

Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем/ Морозов В.В., Плоткін С.Я., Поляков М.Г. та ін. За ред. професора В.В. Морозова. – Херсон, Вид – во ХДУ, 2007 – 328 с.

ISBN 978-966-8249-83-9

Навчальний посібник призначений для студентів, аспірантів, викладачів аграрних навчальних закладів, які займаються проектуванням і впровадженням ГІС – технологій для сільського господарства.

The practice book is intended for students, post – graduate students and academics of agrarian higher education establishment involved in design and implementation of GIS – technologies for agricultural.

© Херсонський ДАУ

© Морозов В.В., 2007

© Плоткін С.Я., 2007

© Поляков М.Г., 2007

© ХДУ, 2007

ISBN 978-966-8249-83-9

Kherson State Agrarian University

Modelling and Prognosing for Design of Geoinformation Systems

Practice book

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Kherson – 2007

Перелік умовних позначень, скорочень та термінів:

ГІС (GIS)	-	геоінформаційні системи;
БД	-	база даних;
БЗ	-	база знань;
І	-	інформація;
ІТ	-	інформаційні технології;
ІС	-	інформаційна система;
СУБД	-	система управління базами даних;
ПЕОМ	-	персональна електронно - обчислювальна машина;
ПК	-	персональний комп'ютер;
АСУ	-	автоматизована система управління;
ЕММ	-	еколого – меліоративний моніторинг;
ДЗЗ	-	дистанційне зондування землі;
ЗЗП	-	зовнішні запам'ятовуючі пристрої;
ПЗ	-	програмне забезпечення;
ЛМС	-	ландшафтно – меліоративно система;
ДЗК	-	державний земельний кадастр;
САПР	-	система автоматизованого проектування;
ГГМЕ	-	гідрогеолого – меліоративна експедиція;
РГВ	-	рівень ґрунтових вод;
СА	-	системний аналіз;
GPS	-	глобальна система позиціонування;
СТЗ	-	система точного землеробства;
ПІК	-	програмно – інформаційний комплекс;
АСЗЗ	-	автоматизована система зрошувального землеробства;
ЗЗР	-	засоби захисту рослин;
АРМ	-	автоматизоване робоче місце.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	10
1. Теоретико-методологічні основи моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем	12
1.1. ГІС: основні поняття і визначення	12
1.2. Застосування ГІС в агросфері	14
1.3. Моделювання і прогнозування для проектів ГІС	17
1.3.1. Моделювання для проектів ГІС	17
1.3.2. Прогнозування для проектів ГІС	18
1.4. Основні принципи проектування і управління проектами ГІС	21
2. Програмне і апаратне забезпечення моделювання для геоінформаційних систем	24
2.1. Огляд сучасного програмного забезпечення ГІС	24
2.2. Основні характеристики продуктів програмного забезпечення ГІС	24
2.2.1. ArcGIS	24
2.2.2. Geo Media	28
2.2.3. Autodesk Map 3D	30
2.2.4. MapInfo Professional	31
2.2.5. Digitals/Delta	34
2.2.6. ObjectLand	37
2.2.7. Загальна характеристика системи Mathcad і можливостей її застосування в ГІС	38
2.3. Сучасний стан застосування програмного забезпечення ГІС в аграрних університетах України	40
2.4. Апаратне забезпечення ГІС	42
3. Системи управління базами даних	50
3.1. Вимоги до систем управління базами даних	50
3.2. Формування бази даних для моделювання та прогнозування в ГІС	51
3.2.1. Програма Access для створення баз даних	51
3.2.2. Етапи проектування бази даних в Access 2000	52
3.2.3. Функції СУБД	53
3.2.4. Приклад створення БД в гідромеліорації та можливості БД	54
3.2.5. Застосування ArcGis при формуванні баз даних і моделюванні вивчаємих процесів	60
3.3. Проектування ГІС для екологічної оптимізації ландшафту ..	61
4. Програмне забезпечення “Digitals” для створення цифрових карт і планів	71
4.1. Основи роботи із програмою “Digitals”	71
4.2. Створення та редагування цифрових карт	74
4.2.1. Збір даних	74
<i>Основні принципи збору даних</i>	<i>74</i>
<i>Послідовність операцій збору даних</i>	<i>74</i>
<i>Шаблони об'єктів</i>	<i>74</i>

4.2.2. Порядок збору об'єкту	76
4.2.3. Режими конструювання	77
4.3. Позначення та групування об'єктів	77
4.3.1. Основні принципи	77
4.3.2. Одиначне / множинне позначення	78
4.3.3. Групування об'єктів	78
4.4. Редагування геометрії об'єктів	79
4.4.1. Основні принципи редагування	79
4.4.2. Переміщення окремих точок об'єкту	79
4.4.3. Операції над об'єктами	80
4.5. Зображення карти на екрані	81
4.6. Створення й редагування класифікатора	82
4.6.1. Шари. Загальні поняття	82
4.6.2. Створення шаблонів карт	82
4.6.3. Ієрархія шарів	83
4.7. Робота з параметрами	83
4.8. Команди головного меню	85
5. Практичне застосування "Digitals" у землевпорядкуванні та управлінні водними і земельними ресурсами	93
5.1. Математична обробка результатів теодолітної зйомки	93
5.1.1. Математична обробка замкнутого теодолітного ходу	93
5.1.2. Математична обробка розімкнутого теодолітного ходу	96
5.2. Побудова топографічного плану за результатами площинного нівелювання	97
5.3. Оцифрування карти	98
5.3.1. Запуск комп'ютерної програми "Digitals"	98
5.3.2. Підготовка планової основи	99
5.3.3. Підготовка растрового зображення карти	100
5.3.4. Вставка растра з буфера обміну	102
5.3.5. Створення умовних знаків	102
5.3.6. Задавання розмірів умовного знаку	104
5.3.7. Оцифрування пікетів місцевості і місцевих предметів, що розташовані на растровому зображенні фрагмента карти ..	106
5.3.8. Виведення створеної карти на друк	107
5.4. Застосування "Digitals" для землевпорядкування	107
5.4.1. Загальні положення	107
5.4.2. Розпаювання земельних ділянок	108
5.4.3. Приведена й фізична площі	109
5.4.4. Формування звіту (Сервіс звіт...)	110
5.4.5. Вставка промірів для виносу в натуру	111
5.4.6. Видача державних актів і формування документів з використанням DMT- шаблонів	111
5.4.7. Вставка параметрів ділянок з Word/Excel	112
5.4.8. Застосування "Digitals" для створення кадастрового обмінного файлу (In4)	112
5.4.9. Налаштування завантаження кадастрового обмінного файлу (In4) в "Digitals"	113

6. Моделювання для проектів ГІС в меліорації і водному господарстві	115
6.1. Загальні відомості про моделювання в меліоративних проектах	115
6.2. Статистична обробка імовірнісного ряду	115
6.3. Обчислення коефіцієнта кореляції і рівняння регресії	118
6.4. Регресійне моделювання імовірнісних зв'язків	119
6.5. Моделювання поверхні землі	121
6.6. Побудова моделі процесу вбирання води ґрунтом при поливі дощуванням	124
6.7. Вибір техніки поливу	126
6.8. Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур	130
6.9. Побудова графіка поливів сільськогосподарських культур ..	133
6.10. Гідравлічні розрахунки зрошувальної мережі	135
6.11. Визначення оптимального поперечного перерізу русла каналу	138
6.12. Моделювання водовипускної споруди	140
6.13. Моделювання фільтрації води через ґрунтову греблю	141
6.14. Розрахунки дренажу зрошуваних земель	145
6.15. Застосування ГІС-технологій при вивченні стану зрошуваних ландшафтів та проектування ландшафтно-меліоративних заходів	152
7. Моделювання і прогнозування ґрунтово-гідрогеологічних і меліоративних процесів	162
7.1. Моделювання водозберігаючих режимів зрошення	162
7.1.1. Побудова взаємозв'язків між вологістю ґрунту та дефіцитом вологозапасів	177
7.1.2. Оперативний розрахунок біологічно оптимальних і водозберігаючих режимів зрошення для сої, озимої пшениці та люцерни	179
7.1.3. Оперативний розрахунок біологічно оптимальних і водозберігаючих режимів зрошення для кукурудзи на зерно, соняшника та томатів	179
7.1.4. Аналіз водокористування по водовиділу	180
7.2. Двохшарова та багатошарові моделі динаміки руху і розподілу вологи в ґрунтах	182
7.2.1. Імітаційне моделювання процесів вологопереносу в ґрунті	187
7.2.2. Імітаційно-оптимізаційне моделювання інфільтрації в ґрунтах залежно від комплексу факторів	188
7.3. Система аналізу довгострокової динаміки та прогнозування процесів підтоплення сільськогосподарських угідь (стосовно умов півдня України)	191
7.3.1. Методологічна схема аналізу динаміки рівнів ґрунтових вод та їх прогнозування	191

7.3.2. Аналіз динаміки площ за рівнем ґрунтових вод на основі гістограм	193
7.3.3. Класифікація об'єктів за типами динаміки розвитку підтоплення	195
7.3.4. Ситуаційне прогнозування на основі апарату теорії ланцюгів Маркова, в залежності від зовнішніх факторів впливу	198
7.3.5. Побудова системи аналізу та прогнозування процесів підтоплення	201
<i>Принципи роботи у блоці „Передмова”</i>	201
<i>Принципи роботи у блоці „Задачі (підсистема) аналізу багаторічної динаміки ґрунтових вод”</i>	202
<i>Принципи роботи у блоці „Задачі (підсистема) прогнозування рівня ґрунтових вод”</i>	204
<i>Принципи заповнення бази даних та використання бази знань</i>	207
<i>Заключення</i>	208
8. Моделювання для проектів водопостачання	209
8.1. Гідравлічні розрахунки зовнішньої водопровідної мережі	209
8.1.1. Постановка задачі	209
8.1.2. Підготовка вхідних даних	209
8.1.3. Підготовка і введення вхідних даних	210
8.1.4. Довідкова інформація	210
8.1.5. Параметри кільцевих мереж, охоплені програмою RVS-1	210
8.1.6. Інструкція до програми RVS – 1	210
8.2. Розробка системи автоматизованого проектування водопроводів населених пунктів	214
8.2.1. Структурно-логічна блок-схема САПР	214
8.2.2. База даних	215
8.2.3. Алгоритм задавання інформації про конфігурацію кільцевої водопровідної мережі та визначення попередньої витрати води на її ділянках	215
8.2.4. Розрахунок водогінної мережі методом Лобачова-Кросса	216
8.2.5. Алгоритм апроксимації залежності між розрахунковими параметрами	216
8.2.6. Програмне забезпечення	217
8.2.7. Автоматизоване робоче місце проектувальника RVN	217
8.2.8. Підготовка і введення вихідних даних	217
8.2.9. Довідкова інформація	218
8.2.10. Формування вихідних документів	218
8.2.11. Автоматизоване робоче місце проектувальника RVS	228
8.2.12. Підготовка розрахункових схем водогінної мережі	228
8.2.13. Підготовка і введення вихідних даних	229
8.2.14. Довідкова інформація	229
8.2.15. Розшифрування результатів розрахунку	230

9. Задачі оптимізації сільськогосподарського виробництва	244
9.1. Оптимізація структури посівних площ (Simpl-метод)	244
9.1.1. Постановка задачі	244
9.1.2. Побудова економіко-математичної моделі задачі	244
9.1.3. Вихідна інформація	245
9.1.4. Схема числової моделі	245
9.1.5. Розв'язок задачі і його аналіз	245
9.1.6. Практичний приклад	246
9.1.7. Вирішення задачі за допомогою комп'ютера	248
9.2. Вирішення задачі визначення оптимального розподілу добрив	252
9.2.1. Постановка задачі	252
9.2.2. Вирішення задачі за допомогою комп'ютера	254
9.3. Транспортна задача лінійного програмування	258
9.3.1. Математична постановка задачі	258
9.3.2. Практичний приклад	258
9.3.3. Вирішення задачі за допомогою комп'ютера	259
10. Побудова та адаптація інформаційних систем в агросфері із застосуванням ГІС-технологій	263
10.1. Стан та проблеми створення інформаційних систем в сільськогосподарському виробництві	263
10.1.1. Особливості об'єкту досліджень	263
10.1.2. Підходи до вивчення складних систем	264
10.1.3. Вибір задачі	266
10.1.4. Математичне моделювання як метод пізнання і засіб управління	266
10.2. Обґрунтування та розробка регіональної бази знань "Зрошуване землеробство" для умов Південного Степу України	276
10.3. Ґрунтозахисна система землеробства посушливого степу півдня України	280
10.4. Застосування технології географічних інформаційних систем для оцінки агроекологічного стану зрошуваних земель	286
10.5. Планування в сільському господарстві за допомогою програми „Електронні технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур”	291
Заключення	298
Глосарій	299
Список використаних джерел	318
Навчальна література, підготовлена в Херсонському державному аграрному університеті, для спеціалізації «Геоінформаційні системи і технології в управлінні водними і земельними ресурсами»	326

*Засновникам еколого-меліоративної наукової
школи на півдні України, відомим вітчизняним
вченим – гідромеліораторам
Шапошникову Донату Григоровичу
і Тупіцину Борису Андрійовичу
присвячується ця книга.*

Автори

ВСТУП

Символами науково-технічного прогресу XX століття є ядерна енергетика, освоєння космічного простору і комп'ютеризація. Початок XXI століття характеризується інтенсивним впровадженням у більшість галузей економіки всіх країн Світу **геоінформаційних систем** або **ГІС**.

Що таке ГІС? В найбільш загальному вигляді **ГІС** – це **географічна інформаційна система** для збору, накопичення, аналізу, відображення різноманітних даних, які мають просторову складову. Просторова інформація застосовується для прийняття оптимальних управлінських рішень.

ГІС – це завжди **система**, комплекс, який має як мінімум 5 складових: 1 – комп'ютерне забезпечення, 2 – програмне забезпечення, 3 – бази просторових даних, 4 – науково-методичне забезпечення; 5 – кадрове забезпечення (команда фахівців ГІС).

ГІС-технології дозволяють сьогодні вирішувати різні задачі у всіх сферах діяльності людини, прогнозувати наслідки впливу антропогенної діяльності на природу, забезпечують прийняття оптимальних управлінських рішень на основі моделювання і картографування нашого світу, можуть працювати в якості інтегруючого елемента корпоративних інформаційних систем. В Україні розробка і впровадження ГІС-технологій у всі галузі економіки, в державне, регіональне і місцеве управління, а також в галузі, що зв'язані з агросферою та сільським господарством, знаходяться у стадії становлення. Створюються і розвиваються державні організації, підприємства, а також фірми, які активно впливають на формування ринку фахівців, що користуються попитом. При підготовці фахівців з ГІС ключову роль відіграють університети, і особливо, їх магістерські програми, які відображають рівень розвитку кожної спеціальності, повинні оперативно задовольняти попит на висококваліфікованих фахівців з ГІС різного спрямування та рівня.

Рівні фахівців з ГІС-технологій на сучасному ринку праці формуються такі: ГІ-спеціаліст, ГІС-аналітик, ГІС-програміст, ГІС-фахівець з моделювання і прогнозування вивчаємих об'єктів і процесів, ГІС-технік, ГІС-менеджер, ГІС-науково-педагогічний працівник тощо. Важливими фігурами в цій схемі є фахівці, які створюють ГІС, тобто проектують їх. В проектах всіх ГІС обов'язковим блоком є управління, яке здійснюється на базі прогнозування. Основним інструментом прогнозування є моделювання.

Цей навчальний посібник підготовлений для дисципліни **"Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем"**, яка вивчається згідно навчального плану магістерської програми (спеціалізації) "Геоінформаційні системи і технології в управлінні водними і земельними ресурсами", що затверджений Міністерством аграрної політики України і Міністерством освіти і науки України для спеціальності 8.092602 "Гідромеліорація".

Мета навчального посібника – надати теоретичні знання і практичні навички фахівцям, які здійснюють моделювання і прогнозування в проектах ГІС, призначених для агросфери. Агросфера вміщує в себе широке коло напрямків науки і техніки, що пов'язані із Землею (Гео), землевпорядкуванням, землекористуванням, земельним кадастром, агрономією, землеробством, захистом рослин, гідромеліорацією, будівництвом, управлінням земельними і водними ресурсами, економікою природокористування, екологією, водними біоресурсами тощо. Особливістю книги є її практичне спрямування, в ній приведена значна кількість матеріалів досліджень, прикладів реальних програм, призначених для застосування в проектах ГІС, пов'язаних з агросферою. Навчальний посібник підготовлений колективом авторів - науково-педагогічними працівниками Херсонського державного аграрного університету, які розробляють нині новий перспективний науковий напрям відомої вітчизняної еколого-меліоративної наукової школи по застосуванню ГІС-технологій при вирішенні складних еколого-меліоративних проблем та задач в галузі гідромеліорації, гідротехніки, управління водними і земельними ресурсами.

Навчальний посібник є першим навчально-науковим виданням, де розглядаються складні питання моделювання і прогнозування для геоінформаційних систем в аграрній сфері. Тому автори не претендують на повний і завершений виклад всіх поставлених питань, розуміють, що проблеми і задачі можуть мати різноманітні варіанти, способи і методи вирішення, в тому числі на різних етапах розвитку науково-технічного прогресу, і будуть вдячні за конкретні зауваження та пропозиції, за наукову співпрацю в проектуванні ГІС і звертаються з проханням писати за адресою: Україна, 73006, Херсон, вул. Р.Люксембург, 23, ХДАУ, Кафедра ГІС-технологій, E.mail: office@ksau.kherson.ua.

Видання навчального посібника здійснено в рамках програми міжнародного науково-технічного проекту Tempus "Geographic Information Systems in Agrarian Universities in Ukraine". Партнерами проекту і учасниками розробки магістерської програми є також: Херсонський державний університет (Україна), Glasgow Caledonian University (Велика Британія) та University of Gavle (Швеція).

Навчальний посібник призначений для студентів, аспірантів і викладачів аграрних вищих навчальних закладів, які займаються проектуванням і управлінням проектами ГІС в агросфері, сільському господарстві, меліорації ландшафтів, управлінні водними і земельними ресурсами.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ДЛЯ ПРОЕКТІВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

1.1. ГІС: основні поняття і визначення

Географічні інформаційні системи або **геоінформаційні системи**, або **ГІС** це інструменти для обробки просторової інформації. Ця інформація в основному прив'язана до відповідної частини земної поверхні і використовується для управління нею.

Основна увага в даному навчальному посібнику приділена проектуванню геоінформаційних систем для агросфери, а моделювання вивчаємих об'єктів і процесів необхідне для прогнозування їх розвитку і є необхідною складовою прийняття оптимальних управлінських рішень

Інформатизація сьогодні охопила всі сторони життя світового суспільства. Важко назвати яку-небудь сферу людської діяльності – від початкової шкільної освіти до науки, виробництва і агробізнесу – де б не відчувалася її могутня дія. Термін «інформація» розуміється іноді дуже вузько. Реально ж інформацією в нашому розумінні слід називати все, що може бути представлене у вигляді букв, цифр і зображень. Практично всі людські знання представляються саме у такому вигляді, і вся виробнича діяльність може бути **змодельована** з їх допомогою. Причому чим глибше і точніше моделювання на стадії проектування, тим менше витрат потрібно на матеріальне виробництво. Таким чином, інформаційні технології дозволяють підняти виробництво на якісно новий рівень ефективності, причому при зменшенні негативної дії на навколишнє середовище. В цьому значну роль відіграє моделювання і прогнозування всіх проектуємих об'єктів та процесів, в т.ч. і в проектах геоінформаційних систем.

Інформаційні технології (ІТ) засновані на інформаційних процесах, які можна розділити на 3 великі групи: отримання інформації, її обробка і подання (представлення). В науках про Землю інформаційні технології створили нову науку *геоінформатику* і *географічні інформаційні системи (ГІС)*, причому термін «географічні» визначає в даному випадку не стільки просторовість або територіальність, а швидше комплексність і системність дослідницького наукового підходу.

Географічні інформаційні системи (ГІС) – це можливість нового погляду на оточуючих нас світ; це сучасні комп'ютерні технології для картування і аналізу об'єктів реального світу, а також подій, що відбуваються на нашій планеті, в нашому житті і діяльності. Якщо обійтися без визначень і обмежитися описом, то ГІС-технології об'єднують традиційні операції при роботі з базами даних, такими, як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ці особливості відрізняють *ГІС* від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні

можливості для застосування ГІС в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних чинників і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій, що відбуваються [1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

ГІС – це система, наука, сервіс, тобто складна технологія. В даний час **ГІС** – це багатомільйонна індустрія, в яку залучені мільйони людей у всьому світі. **ГІС** вивчають в школах, коледжах і університетах. Цю технологію застосовують практично у всіх сферах людської діяльності, наприклад, для аналізу глобальних проблем зміні клімату, перенаселення, забруднення території, боротьби з епідеміями, скорочення лісових угідь, раціонального використання водних і земельних ресурсів, природної катастроф.

ГІС застосовуються для вирішення окремих завдань, таких, як пошук якнайкращого маршруту перевезення вантажів між населеними пунктами, підбір оптимального розташування нового офісу, пошук будинку за його адресою і якістю життя, прокладка каналу, трубопроводу або лінії електропередачі на місцевості, різні муніципальні завдання (наприклад, реєстрація земельної власності, оцінка землі тощо).

З наукової точки зору, **ГІС – це засіб моделювання** і пізнання природних і соціально-економічних систем. ГІС застосовується для дослідження всіх тих природних, суспільних і природно-суспільних об'єктів і явищ, які вивчають науки про Землю і суміжні з ними соціально-економічні науки, а також в картографії і дистанційному зондуванні Землі (ДЗЗ).

ГІС - це сучасні комп'ютерні технології для картування і аналізу об'єктів реального світу, також подій, що відбуваються на нашій планеті. Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ та подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних чинників і причин, а також їх можливих екологічних, економічних та соціальних наслідків, з плануванням стратегічних рішень й поточних наслідків дій, що здійснюються.

Створення карт і географічний аналіз не є чимось абсолютно новим. Проте ГІС - технології надають новий, більш відповідний сучасності, ефективніший, зручний і швидкий підхід до аналізу проблем і вирішення задач, що стоять перед людством в цілому, і конкретною організацією або групою людей зокрема. ГІС автоматизує процедуру аналізу і прогнозу. До початку застосування ГІС лише небагато фахівців володіли **мистецтвом узагальнення** і повноцінного аналізу географічної інформації з метою обґрунтованого ухвалення оптимальних рішень, заснованих на сучасних підходах і засобах.

У технологічному аспекті **ГІС-технології** є засобом збору, зберігання, перетворення, відображення і розповсюдження просторово-координованої, географічної (геологічної, екологічної, економічної) інформації. І нарешті, з

виробничої точки зору, ГІС є комплексом апаратних пристроїв і програмних продуктів (ГІС-оболонки), призначених для забезпечення управління і ухвалення рішень. Основою цього комплексу є **автоматичні картографічні системи**. Таким чином, ГІС може одночасно розглядатися як інструмент наукового дослідження, технологія і продукт ГІС-індустрії. І для кожної із складових ГІС потрібні відповідальні фахівці. Це достатньо типова ситуація на сучасному рівні науково-технічного прогресу, що характеризується інтеграцією науки і виробництва.

Наука, яка вивчає ГІС називається **геоінформатика**, вона має свої поняття і визначення. **Геоінформатика** (*GIS technology, geo-informatics*) – наука, технологія та виробнича діяльність з наукового обґрунтування, проектування, створення, експлуатації та застосування **географічних інформаційних систем**, по розробці **геоінформаційних технологій**, по прикладних аспектах, або додаткам ГІС (*GIS application*) для практичних або геонаукових цілей. Геоінформатика входить складовою частиною в **геоматику** (за однією з точок зору) або предметно і методично перемішуються з нею [1]. Професійною мовою всіх фахівців з ГІС у Світі є англійська мова. Важливим питанням професійного спілкування в геоінформатиці є також знання англійськомовної термінології ГІС.

Геоінформаційні технології (*GIS technology*) – синонім ГІС-технології – технологічна основа створення **географічних інформаційних систем**, яка дозволяє реалізувати функціональні можливості ГІС [1, 2, 7 10, 11, 12, 13, 14]. **Технологія** - сукупність методів і засобів перетворення вихідних матеріальних ресурсів, інформації, інших компонентів «входу» системи в товар та інші компоненти її «виходу» [3].

Інтенсивна розробка і впровадження **ГІС-технологій** в агросферу України розпочалася з ХХІ століття. Із заснуванням цього нового напрямку науки і техніки та впровадженням його в землекористуванні, сільському господарстві, економіці, екології, землеробстві, гідромеліорації, управлінні водними і земельними ресурсами тісно пов'язаний міжнародний науково-технічний проект Tempus Project CD-JEP 25215-2004 “Geographic information Systems in Agrarian Universities in Ukraine” (GISAU). Виконавці міжнародного проекту: Херсонський державний аграрний університет (кафедра ГІС-технологій), Херсонський державний університет (кафедра інформатики) при координації з Glasgow Caledonian University (Велика Британія) та University of Gavle (Швеція).

1.2. Застосування ГІС в агросфері

Агросфера — новоутворена складова біосфери, яка знаходиться під постійним антропогенним впливом, та є головним джерелом забезпечення населення продовольством і сировиною, середовище існування значної частини населення.

Розвиток світового аграрного виробництва значною мірою залежить нині від досягнень науково-технічного прогресу, які створюють умови для якісних змін в агросфері. Але як і мільярди років тому, життя на землі існує насамперед завдяки фотосинтезу, тобто зеленим рослинам, а людина — завдяки агросфері, яку вона створила, щоб нарощувати виробництво сільськогосподарської продукції, навіть ціною зростання витрат накопиченої енергії минулих біосфер.

Агросфера створена та існує завдяки розуму й діяльності людини, і тому є як природничою, так і соціальною категорією. Їй притаманні особливі фундаментальні закономірності внутрішнього розвитку, що є результатом взаємодії різних природних і соціально-економічних факторів.

Складові агросфери - культурні рослини, свійські тварини, оброблені ґрунти і пов'язані з ними організми (бур'яни, комахи, гриби, мікроорганізми, віруси, тваринний світ тощо), луки, пасовиська, сільські поселення, всі типи агроландшафтів, агробіоценозів і агроєкосистем, природно-технічні системи, які створює людина в процесі життєдіяльності.

Основними галузями сучасного застосування ГІС в агросфері є:

- управління на всіх рівнях (від державного до локального, до окремих сільськогосподарських ділянок);
- землевпорядкування і земельний кадастр;
- гідрометеослужба;
- геодезія, картографія і географія;
- сільське господарство, агрономія, землеробство, рослинництво, захист рослин, агрохімія і ґрунтознавство;
- водне і рибне господарство, гідромеліорація, лісове господарство;
- екологія;
- природокористування;
- інженерні комунікації;
- транспорт;
- агробізнес, агроконсалтинг, банківські послуги тощо.

В системі управління галузями економіки, що зв'язані з агросферою, ГІС використовують для:

- аналізу та відслідковування поточного стану і тенденцій змін області ринку (моніторингу економічного розвитку), яка цікавить користувача;
- для вибору місця нових філій (відділів) фірми або банку, складів, виробничих потужностей;
- з метою підтримки прийняття управлінських рішень;
- для вибору найкоротших або безпечних маршрутів перевезень товарів і шляхів розподілу продукції;
- в процесі аналізу ризиків матеріальних вкладень і урегулювання конфліктів та непорозумінь;

- для соціально-економічних і демографічних досліджень, визначення прив'язаного до території попиту на продукцію;
- при створенні і географічній прив'язці баз даних про землю і домоволодіння тощо [1, 2, 7, 9, 10, 12, 13, 14].

Великі перспективи і можливості ГІС є в управлінні підприємствами АПК. Уявіть собі складну схему роботи і управління всього крупного сільськогосподарського або водогосподарського підприємства (з відображенням цехів, потоків сировини, продукції тощо) з означенням інженерних споруд, мереж (водозабір, системи водопостачання, каналізації, водоочистки, теплопостачання, телефонного зв'язку...), джерел і користувачів енергії (електроенергії, палива, мазуту, дров – всіх вимірюваних ресурсів).

ГІС має можливість зв'язувати всі елементи складних виробничих систем (підприємств), в т.ч. гідромеліоративних систем з будь-яким іншим елементом або системою. На комп'ютері після нажиму на "мишу" (називається "point and click") схема оживає, там видний весь виробничий процес. "Click" розкриває схему вглиб ієрархії і т.д. Можливостей багато.

ГІС може ефективно застосовуватися в інженерно-технічній службі. Наприклад, ГІС допомагає розраховувати дебіт, кількість та місцезоположення будь-яких свердловин (артезіанських, дренажних, спостерігаючих, нафтових, газових), базуючись на результатах буріння, допомагають розраховувати оптимальний шлях трубопроводів, забезпечують оптимізацію сільськогосподарського виробництва.

ГІС застосовують для попередження аварій, високовольтних електромереж, водопровідних і каналізаційних мереж (наприклад, управління всією водопровідною мережею м. Стокгольм). ГІС дає оптимальну схему дій у випадку технічних аварій, а в основному ГІС попереджує ці аварії.

Перспективним є застосування ГІС в системі еколого-меліоративного моніторингу, стратегії соціально-економічного розвитку аграрного сектора виробництва.

Аналізуючи можливості ГІС, ми бачимо неосяжні перспективи використання ГІС в системі сільськогосподарського дорадництва, агроконсалтингу, різноманітних аналітичних і наукових послуг.

Використання ГІС допомагає переорієнтувати головну мету маркетингових послуг із задовільненням змінюючихся потреб населення, орієнтуючись на оперативне реагування на потреби кожної людини. Досягаємий при такому підході принципово новий рівень сервісу одержав найменування персоніфікованого маркетингу (personal marketing).

Наше сьогодні – час інформації. Інформація управляє світом, а ГІС – це технологія управління інформацією

1.3. Моделювання і прогнозування для проектів ГІС

1.3.1. Моделювання для проектів ГІС

Моделювання – особлива форма експерименту, що полягає в дослідженні об'єкта на його моделі. Форми моделювання різноманітні і залежать від об'єкту і цілей його дослідження. Моделювання може бути **предметним** (наприклад, моделювання фізичне), **предметно-математичним** (замість досліджуємого явища вивчається явище іншої фізичної природи, що описується тими самими математичними співвідношеннями, що і вихідне явище) та **знаковим**, наприклад моделювання математичне [15].

Моделювання в проектах ГІС для агросфери, в т.ч. і для гідромеліорації має інформаційний (геоінформаційний) характер, це так зване **моделювання інформаційне** – одна з форм моделювання процесів (грунтових, ґрунтово-гідрогеологічних, екологічних, економічних, природно-технічних, технологічних тощо), в т.ч. управління процесом меліорації ландшафту або будь-якого його елементу (ґрунту, ґрунтової води, якості зрошувальної води тощо), або управління процесом формування меліоративного режиму зрошуваних (осушуваних) ландшафтів.

Наприклад, система моделювання розвитку актуальної сучасної проблеми підтоплення земель, ландшафтів, ділянок, населених пунктів в конкретному регіоні (наприклад в Сухому Степу України), що реалізована в базі гідрогеолого-меліоративних і еколого-меліоративних даних у вигляді структури **стандартизованої історії** вивчаємої **проблеми** (підтоплення) із залученням науково-технічного досвіду, знань експертів тощо.

В проектах ГІС застосовується математичне моделювання – процес побудови математичної моделі різних явищ або об'єктів. Як правило, математичне моделювання розпочинається побудовою математичної моделі за допомогою знання загальних законів природи та конкретних наук (геохімії, гідрогеохімії, гідрогеології, гідравліки, гідродинаміки, меліорації, екології тощо).

Потім методами обчислювальної математики цю модель перетворюють в алгоритм і програму для реалізації на ЕОМ. Результати реальних вимірювань вивчаємого явища або об'єкту та результати розрахунків на ЕОМ опрацьовують, порівнюють і розраховують поправки до математичної моделі. Врахування поправок призводить до більш точної математичної моделі. Цей замкнутий процес повторюється до тих пір, поки не досягається необхідна точність співпадання реальних та імітаційних даних. Уточнення параметрів кожної ступені моделювання може здійснюватися і всередині загального циклу. Описаний процес можливо представити схематично [15]:

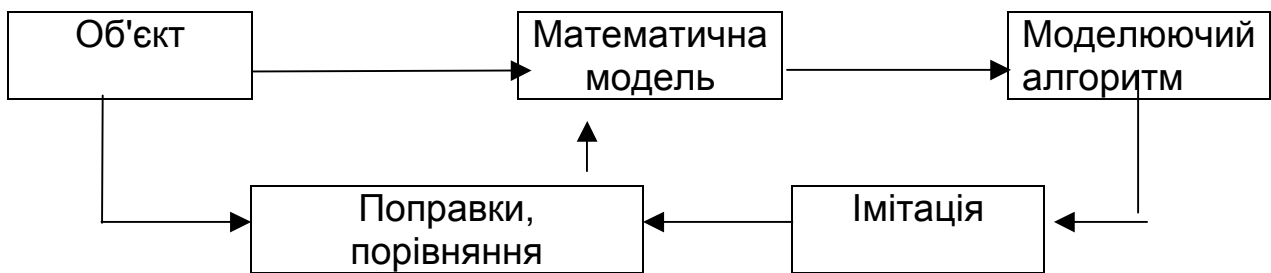


Рис. 1.1. Схема математичного моделювання

Моделювання геосистем, агроєкосистем, до яких відносяться і ландшафтно-меліоративні системи (ЛМС) являють собою побудову математичного описання роботи складних динамічних природно-технічних систем та дослідження цього описання з метою одержання кількісних характеристик систем.

Об'єкт моделювання ЛМС складають всі її елементи, які теж є функціональними системами: система зрошення, система дренажу (горизонтального і вертикального), єдина система "зрошення-дренаж", система водо-сольо-переносу в зоні аерації і в зоні насичення, система переносу елементів родючості ґрунтів (NPK), система міграції забруднюючих речовин: важких металів, радіоактивних елементів тощо.

Можливо також розглядати як **об'єкт** моделювання кожний з елементів агроландшафту або геосистеми (всі ці елементи також є системами). Наприклад, такими елементами є всі характеристики меліоративного режиму: ґрунтові води, рівень ґрунтових вод, мінералізація і хімічний склад ґрунтових і зрошувальних вод, іригаційні показники якості поливної води, засоленість ґрунтів та ґрунтоутворюючих порід (зона аерації) (загальна і токсична), хімічний склад ґрунтів, дренажний стік, його мінералізація і хімічний склад, ступінь осолонцювання ґрунтів, їх вологість тощо, а також урожайність сільськогосподарських культур.

Моделювання елементів вивчаємої складної динамічної системи на рівні математичних моделей є необхідною умовою і попереднім етапом моделювання. Тут може бути застосований науково-методологічний принцип для досліджень, сформульований Карлом Марксом: "одиничне, особливе, узагальнююче".

1.3.2. Прогнозування для проектів ГІС

Прогнозування – наукове передбачення будь-яких явищ, природних і природно-технічних систем, розвитку господарства, його окремих галузей і сфер (систем і елементів систем) [15].

Головні задачі прогнозування:

- науковий аналіз соціально-економічних, природно-технічних і науково-технічних процесів;

- оцінка розвитку вказаних процесів в майбутньому;
- передбачення нових проблем, пов'язаних з даним розвитком (розвитком систем);
- виявлення і аналіз можливих варіантів розвитку економічних, екологічних, природних, соціальних, науково-технічних процесів (систем).

Процес (від лат. *processus* – просування, рос. продвижение), 1 – послідовна зміна явищ, стану в розвитку будь-чого; 2 – сукупність послідовних дій для досягнення будь-якого результату (наприклад, виробничий, або навчальний процес).

Господарські прогнози (в тому числі і в сільському господарстві умовно поділяються на: короткострокові (до 3-х років), середньострокові (3-10 років) та довгострокові (більше 10 років) [15]. Для кожної галузі і об'єкта можуть бути відповідні уточнення строків.

Система народногосподарських прогнозів включає демографічні, соціальні, економічні та екологічні прогнози; прогнози розвитку науки і техніки, а також природних ресурсів (в сільському господарстві - в першу чергу земельних і водних ресурсів).

Кожному типу прогнозів відповідає комплекс підзадач передбачення. Серед методів прогнозів виділяються методи екстраполяції (тренду), тобто продовження у майбутнє, які склалися в минулому, тенденцій, та методи аналізу причинних зв'язків, які, крім інформації про минуле, використовують економіко-математичні моделі [15].

Прогнозування ГІС для будь-якої галузі аграрної сфери виробництва має свої особливості. Наприклад, **прогнозування геоінформаційної системи** в гідромеліорації це ГІС, що забезпечують прогнозування меліоративного процесу ландшафту. Прогнозування в меліорації й водному господарстві пов'язано з вибором стратегії та управлінням меліоративним процесом, меліоративним режимом і процесом раціонального використання всіх видів водних ресурсів.

Меліоративні прогнози можливо розрізнити так:

- прогнози існуючої системи на найближчий період до початку впровадження меліоративних заходів;
- на період впровадження меліоративних заходів;
- після здійснення меліоративних заходів;
- прогнози на віддалений період існування.

Прогнозування ГІС для будь-якої галузі аграрної сфери виробництва має свої особливості. Наприклад, прогнозування можливо для геосистеми (агроландшафту, агроєкосистеми), для раціонального природокористування, використання ресурсів меліорованої або немеліорованої природно-технічної системи, з визначенням їх можливих проблем.

Для обрання стратегії меліорації ландшафту необхідно, щоб прогноз враховував можливі зміни у стані ландшафту після здійснення

меліоративного втручання (застосування радикальних, профілактичних методів і способів сільськогосподарських меліорацій, або їх комплексу).

Після прогнозування і надання відповідної документації до державного органу, що приймає управлінські рішення кількох варіантів стратегій, з ймовірнісною або будь-якою іншою оцінкою, обирають найбільш оптимальний варіант.

В основі прогнозування знаходяться три взаємодоповнюючих джерела інформації про майбутнє (І.В. Бестужев–Лада, 1982) [16].

1 – оцінка перспектив розвитку майбутнього стану прогнозованого об'єкту, явища, процесу на базі дослідів, часто за допомогою аналогії з достатньо відомими східними явищами або процесами;

2 – умовне продовження в майбутнє (екстраполяція) тенденцій, закономірності розвитку яких в минулому і сучасному досить відомі;

3 – модель майбутнього стану того чи іншого явища, процесу, об'єкту, що побудована у відповідності очікуваним або бажаним змінам ряду умов, перспективи розвитку яких досить відомі.

У відповідності із вищенаведеним існують три доповнюючі один одного **способи** розробки прогнозів: експертних оцінок; екстраполяції та інтерполяції (виявлення проміжних значень між двома відомими моментами процесу); моделювання. До найбільш ефективних прогнозних моделей відноситься система рівнянь [16].

Інструментарій прогнозування. Під інструментарієм кожного напрямку науки, в тому числі і прогнозування, розуміється комплекс таких основних питань як: прийоми, процедури, операції одержання інформації і прогнозування, методи, методики й методологія прогнозування, способи розробки прогнозів та системи прогнозування.

Прийоми прогнозування. Під прийомом прогнозування І.В. Бестужев-Лада (1982) розуміє конкретну форму теоретичного або практичного підходу до розробки прогнозів, одну або декілька математичних або логічних операцій, спрямованих на одержання конкретного результату в процесі розробки прогнозу.

Процедура прогнозу, це ряд прийомів, які забезпечують виконання відповідної сукупності операцій.

Метод – складний прийом, впорядкована сукупність простих прийомів, спрямованих на розробку прогнозу в цілому.

Методика – упорядкована сукупність прийомів, процедур, операцій, правил дослідження на основі одного чи частіше відповідного сполучення кількох методів.

Методологія прогнозування – область знань про методи, способи і системи прогнозування.

Спосіб прогнозування – одержання і обробка інформації про майбутнє на основі однорідних методів розробки прогнозу.

Система прогнозування – упорядкована сукупність методів та технічних засобів, що призначена для прогнозування складних явищ або процесів.

Важливими властивостями прогнозів є їх достовірність, точність і дальність. Досвід свідчить, що не один з перерахованих способів (а тим паче методів), що взяті окремо, не може забезпечити достатній ступінь достовірності, точності, дальності прогнозу. Для підвищення ефективності прогнозів необхідно застосовувати комплекс їх різноманітних сполучень [16].

1.4. Основні принципи проектування і управління проектами ГІС

Для визначення ролі моделювання і прогнозування в створенні геоінформаційних систем важливо розглянути сутність ГІС з позицій управління проектами, визначити основні принципи проектування геоінформаційних систем.

По-перше: ГІС – це **складна динамічна система** з вільним входом і виходом, що призначена для збору всіх необхідних даних, їх аналізу, прогнозування і цільового управління на базі прогнозування. Тому всі ці операції (збір даних, формування БД, аналіз даних, прогнозування і управління) є обов'язковими складовими створюємої ГІС. Кожна ГІС обов'язково має властивості, що притаманні системі.

По-друге: **ГІС завжди є проектом**, (інформаційним проектом), тобто процес створення ГІС є процесом її проектування, цей процес доцільно здійснювати в рамках, означених науковим напрямом (навчальною дисципліною) – **"Управління проектами"**. Лідером вітчизняної наукової школи з управління проектами є д.т.н., професор Бушуєв С.Д. (Київський національний університет будівництва і архітектури). Теоретико-методологічну основу управління проектами і технологію виконання складних проектів, що розроблені науковою школою професора С.Д. Бушуєва, доцільно застосувати при проектуванні ГІС. Все це вивчається в навчальній дисципліні "Управління проектами ГІС" [17,18,19,20,21].

По-третє: **об'єктом проектування ГІС завжди є система**. Наприклад: ГІС "Стратегії соціально-економічного розвитку району, області, регіону, країни", ГІС "Зрошувальної системи", ГІС "Колекторно-дренажної системи", ГІС "Еколого-меліоративного моніторингу", ГІС "Системи водопостачання і каналізації" тощо. Всі вищеперераховані об'єкти – це системи і всі вони мають властивості систем, які сформульовані в навчальній дисципліні "Системний аналіз".

В четвертих: якщо **об'єкт проектування ГІС – це система**, то вона завжди складається із взаємозв'язаних, взаємодіючих елементів. Тобто, проектуючи будь-яку ГІС, завжди слід визначити і описати цю систему, визначити її мету, всі основні її елементи, зв'язки та ієрархію між ними розробити схему функціонування цієї системи. **Об'єкт проектування, як і всі основні його елементи, є об'єктами прогнозування.**

П'яте, враховуючи, що "серцем ГІС" є **база даних** (БД), то проектуючи БД, слід створювати її по кожному з елементів об'єкту проектування. БД є основою для моделювання вивчаємих процесів, прогнозування розвитку як кожного об'єкта (елемента), так і системи в цілому.

Шосте: для **моделювання і прогнозування** всіх елементів ГІС необхідно застосовувати весь існуючий інструментарій прогнозування, а також всі комп'ютерні програми, що призначені для проектування ГІС, для моделювання і прогнозування (див. розділ 2).

Сьоме: система, що управляє і об'єкти управління знаходяться у постійній взаємодії між собою, а також із зовнішнім середовищем за допомогою інформації. Управління може здійснюватися при наявності наступної інформації:

- цільові вимоги до об'єкта управління або сукупність цільових вимог (для багатоцільових систем);
- описання об'єкту управління, можливих варіантів його розвитку;
- критерій переваги (включаючи правила відбору переважаючих альтернатив), тобто показники або норми, за якими відбираються варіанти досягнення мети [16].

В агросфері, в агроєкосистемах, в ландшафтах і ландшафтно-меліоративних системах управління може розглядатися тільки в процесі взаємодії з оточуючим середовищем. Будь-який об'єкт управління, як і сама система управління, є частиною системи більш високого порядку; розвиток відбувається у взаємодії з об'єктами оточуючого середовища.

Контрольні питання:

1. Що таке ГІС? Чому у ГІС багато визначень?
2. Навести приклади визначень і пояснити в чому є різниця.
3. Наскільки важливе місце мають визначення ГІС в роботі початківця і досвідченого фахівця ГІС?
4. Які Ви знаєте підсистеми ГІС? Назвіть ряд прикладів.
5. Де і яким чином використовують ГІС?
6. Що було движучою силою при створенні перших ГІС? Чому їх так важко створювати на початковому етапі?
7. Які основні аналітичні можливості присутні у сучасних ГІС?
8. Назвіть 5 основних складових ГІС?
9. Чи є різниця між геотронікою та геоінформатикою?
10. Хто, в основному, використовує ГІС? В чому причина необхідності застосування ГІС?
11. Чому знання і практичні вміння користуватися ГІС так важливі саме для фахівців ОКХ "Магістр", а не "Бакалавр"?
12. В яких галузях економіки використовують ГІС?
13. Який компонент із складових ГІС є найбільш цінним?
14. Назвіть основні види ГІС.

15. Чому для користувачів ГІС у всіх галузях науки, техніки, економіки обов'язкове знання професійної англійської мови для ГІС?
16. Які питання вивчає наука геоінформатика?
17. Що таке database, GPS, БД, БЗ?
18. Що таке моделювання і для чого воно застосовується?
19. ГІС, це наука, сервіс, система або технологія?
20. ГІС це створення електронних карт чи не тільки?
21. Чи можливо назвати процес створення ГІС проектуванням ГІС? Що таке "Проект"?
22. Дати визначення терміну "технологія". Що розуміється під ГІС-технологіями?
23. В яких елементах і складових агросфери застосовуються ГІС?
24. Який характер має моделювання в проектах ГІС?
25. Який вид моделювання застосовується в ГІС?
26. Дати визначення терміну "об'єкт моделювання".
27. Дати визначення терміну "прогнозування".
28. Визначити головні задачі прогнозування.
29. Що розуміється під терміном "інструментарій прогнозування"?
30. Чим відрізняються "метод" і "спосіб" прогнозування?
31. Що таке методологія?
32. Що таке принципи? Назвіть основні принципи проектування і управління проектами ГІС.
33. Що поєднує моніторинг ЕМС та ГІС?
34. Чи є БД основою моделювання?
35. До яких систем відносяться ГІС?
36. Що розуміється під управлінням проектами?
37. Якими науково – технічними розробками відома наукова школа професора С.Д. Бушуєва?
38. Чи є проект системою?
39. Чи можливо застосувати знання і практичні навички з дисципліни «Управління проектами ГІС» при виконанні проектів зрошувальних систем і систем водопостачання? Обґрунтуйте свою відповідь.
40. Чи є елементи об'єкта проектування об'єктами прогнозування?

2. ПРОГРАМНЕ І АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

2.1. Огляд сучасного програмного забезпечення ГІС

ГІС-технології і пов'язані з ними програмне й апаратне забезпечення в останні роки розвинулися так, що стало можливим їх широке використання до вирішення різноманітних наукових і практичних проблем, які виникають в сільському господарстві.

На сучасному комп'ютерному ринку є великий вибір програмного забезпечення ГІС. Тільки список універсальних геоінформаційних систем на сайті ГІС-асоціації (http://gisa.ru/po_type_univ.html) досить переконливий: ArcView Dialog Designer, TNTLite, ИСТГН, AGENT, ArcCAD, ArcGIS, ArcGIS ArcEditor, ArcGIS ArcInfo, ArcGIS ArcView, ArcGIS Server, ArcView GIS, ATLAS 2000 GEOCODER, Atlas GIS, Autodesk Map 3D, Autodesk Map Series, Autodesk World, Delta, Digitals, ERDAS IMAGINE, FRAMME, GeoBuilder, GeoLink ГІС, GeoMedia, GIS Office, GK, GK32, GSRMS, Idrisi32, IMAGINE Virtual GIS, Leica Virtual Explorer, Manifold System Professional, MapInfo Professional, MapInfo Professional SQL, MGE, MicroStation & PlantSpace & InRoads, Microstation Geographics, MS Office, OAZIS, ObjectLand, PC ARC/INFO, PolyGIS, Pythagoras, RADAR Mapping Suite, ScanEx IMAGE Processor, ScanEx-NeRIS, ScanMagic, SMART, Spotlight Pro, Spotlight, Stereo Analyst, Tele Atlas Multinet, TNTmips, TRANSFORM, Universal GIS, VESTRA GeoMedia, WinGIS, WinPlan, Zulu 5.2, ZuluArcHydro, ZuluThermo, ZuluXTools, АвтоГІС, ВИЗИКОМ-КИЕВ, ГЕО МОДУЛЬ, ГеоГраф, ГІС-компонент MAPPL, ГІС-компонент MAPPL, Гран-ГІС, ГрафИн 4.0, ИнГео, ИНТЕГРО, ИСТОК, Карта 2005, КиберГІС, Конструктор "Геокалькулятор", МАГІС, МосГІС, Нева, Недра-ГЕО, ПалмГІС, ПАРК, Сканер-карта, СОТО, СУБГРАФ, ТрансГІС. Серед цих програм безсумнівними лідерами є продукти програмного забезпечення компаній ESRI, Intergraph, Autodesk и MapInfo. Розглянемо основні характеристики цих продуктів.

2.2. Основні характеристики продуктів програмного забезпечення ГІС

2.2.1. ArcGIS

Настільні продукти ESRI сімейства ArcGIS (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) поєднує загальна архітектура і інтерфейс; базові компоненти ArcMap (рішення картографічних завдань), ArcCatalog (доступ і керування просторовими даними в локальній мережі або через Інтернет) і ArcToolbox (геообробка просторових даних), але розрізняються по функціональності, кількості інструментів геообробки і просторового аналізу.

ArcGIS ArcView – базовий продукт сімейства ArcGIS, повнофункціональна ГІС із набором потужних інструментів для створення, управління, аналізу і візуалізації просторових даних.

ArcGIS ArcEditor – об'єднує функціональність ArcView з можливостями створення і моделювання баз геоданих (БГД). Унікальний механізм забезпечує підтримку цілісності і багатокористувальницького редагування БГД, керування версіями, побудова топології і геометричних мереж.

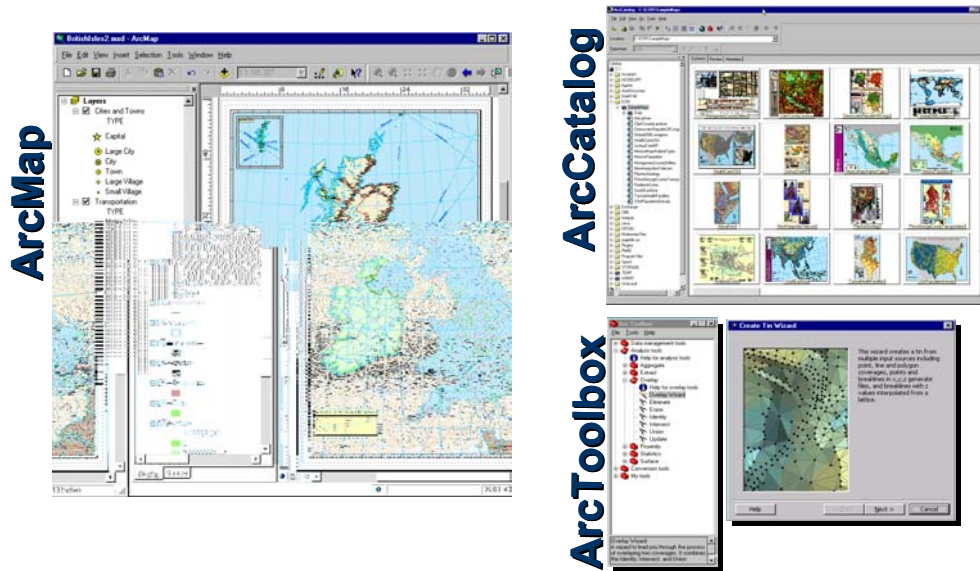


Рис. 2.1. Базові компоненти ArcGIS

ArcGIS ArcInfo - розширює функціональність перерахованих вище продуктів (ArcView, ArcEditor) за допомогою набору потужних інструментів для просторового аналізу і геообробки даних (рис. 2.2).

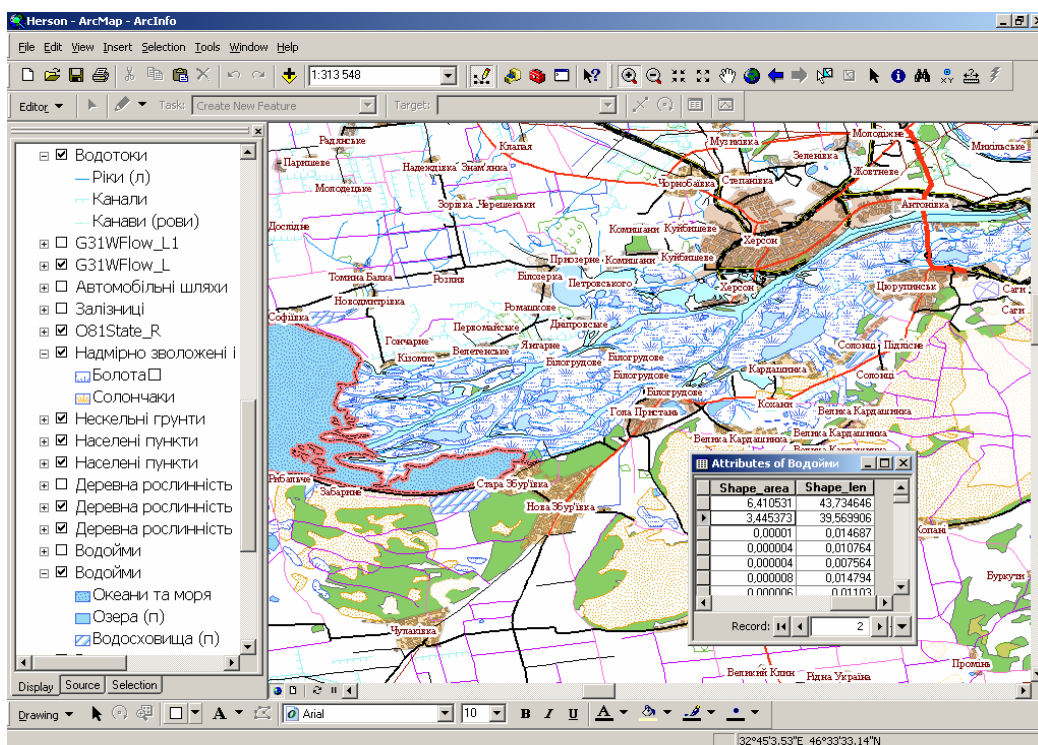


Рис. 2.2. Вікно інтерфейсу програми ArcGIS ArcInfo

Серверні ГІС.

ArcGIS Server призначений для створення корпоративної ГІС із необмеженим числом повнофункціональних робочих місць: клієнтом може бути як настільний, так і веб-додаток. ArcGIS Server надає інструментарій для створення веб-додатків, веб-служб та інших корпоративних додатків, що працюють під керуванням стандартних .NET і J2EE веб-серверів, забезпечує централізоване керування географічними ресурсами: картами, службами геокодування і програмними об'єктами, задіяними в додатках.

ArcIMS - продукт для публікації просторових даних і картографічної продукції в Інтранет/Інтернет з можливістю геокодування, аналізу і пошуку даних за різними критеріями. Є основою для створення портальних рішень, працює під керуванням стандартних веб-серверів.

ArcSDE - забезпечує зберігання просторових даних у СУБД (Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 і Informix). Для подання і зберігання інформації використовується об'єктно-реляційна модель - база геоданих, що дозволяє описувати не тільки геометрію об'єктів, але і їхнє поводження, правила, взаємозв'язку з іншими класами об'єктів і об'єктами бази геоданих. Підтримується робота з різними версіями даних, тривалі сеанси редагування і автономне редагування. ArcSDE забезпечує інтеграцію ArcGIS з іншими ГІС і САПР системами.

Інструменти розроблювачів ГІС.

ArcGIS Engine - це набір бібліотек компонентів, що вбудовуються, і інструментів для створення користувацьких Гіс-Додатків. ArcGIS Engine дозволяє реалізувати всі функції настільних ГІС у розроблювальних додатках.

Мобільні ГІС.

ArcPad дозволяє проводити оперативний збір, автономне редагування просторових даних у польових умовах з використанням приймачів GPS, цифрових фотокамер і інших пристроїв. ArcPAD інтегрований з настільними продуктами ArcGIS (ArcView, ArcEditor, ArcInfo), працює на мобільних пристроях під керуванням Windows CE, Pocket PC.

Додаткові модулі ArcGIS 9.

Побудовані по одній технології з настільними продуктами сімейства ArcGIS, додають більше 200 інструментів Геообробки і просторового аналізу.

ArcGIS Spatial Analyst містить набір функцій для просторового моделювання і аналізу: інтерполяція різними методами, створення растрових даних, просторова фільтрація і растрова алгебра, гідрологічний аналіз, побудова профілів, зон видимості і обсягів. Дозволяє вирішувати безліч аналітичних завдань, наприклад, виявлення просторових взаємозв'язків, побудова вартісних поверхонь, багатофакторний аналіз і визначення відповідних місць розташування.

ArcGIS 3D Analyst надає користувачам функції моделювання і аналізу поверхонь, а також додатка для створення і тривимірного відображення моделей місцевості як локального (додаток ArcScene), так і глобального (додаток ArcGlobe) масштабу. Інформація про рельєф і двовимірну просторову дану, складову основу тривимірної моделі місцевості, можуть бути доповнені реалістичними моделями об'єктів, написами і анімацією.

ArcGIS Geostatistical Analyst містить набір інструментів для геостатистического аналізу просторових даних і побудови статистично достовірних поверхонь, виявлення глобальних і локальних трендів, аномалій і взаємозв'язків між наборами даних.

ArcGIS Schematics дозволяє автоматично створювати і відображати схеми, побудовані на основі геометричних мереж, що зберігаються в базі геоданих. Убудований механізм дає можливість оперативно створювати схеми мереж у різних графічних поданнях, які визначаються користувачем, і забезпечує інтерактивний зв'язок схеми і просторових даних.

ArcPress for ArcGIS - програмний растеризатор, що дозволяє виводити картографічний матеріал у стандартні для печатки форматах. Вирішує завдання кольороподілу, підготовки і виходу на друкувальні пристрої.

ArcGIS Publisher призначений для публікації проектів, створених у настільних продуктах, для перегляду в безкоштовному додатку ArcGIS ArcReader. ArcGIS Publisher забезпечує захист проектів від несанкціонованого використання і тиражування, робить архівацію даних для подальшого поширення.

ArcGIS Survey Analyst - поліпшує традиційні технологічні процеси по збору і обробці геодезичної інформації. Всі необхідні інструменти тісно інтегровані з функціоналом настільних ГІС, що дозволяє забезпечити безперервний процес роботи в багатокористувальницькому режимі.

ArcGIS Tracking Analyst дозволяє відображати і вивчати динаміку розвитку різних подій або явищ, створювати системи спостереження за об'єктами в режимі реального часу, планувати хід розвитку подій, забезпечувати керування і координацію оперативних дій.

ArcGIS Data Interoperability забезпечує роботу із просторовими даними в 70 форматах (GML, XML, DWG/DXF, Microstation Design, MapInfo MID/MIF і TAB, Oracle і Oracle Spatial, Intergraph GeoMedia Warehouse і ін.). Дозволяє створювати опису власних форматів для читання, імпорту і експорту з ArcGIS, а також переводити дані зі стандарту в стандарт.

Maplex for ArcGIS істотно знижує трудомісткість підготовки картографічного матеріалу. Включає унікальний механізм автоматичного розміщення написів відповідно до заданих правил, функції для рішення конфліктних ситуацій, переносу і використання аббревіатур.

ArcScan for ArcGIS - програмний векторизатор. Основною функцією є перетворення сканованих паперових карт у векторні шари. Модуль інтегрований у середовище ArcGIS, використовує всі надані нею можливості для редагування растрових і векторних даних.

Production Line Tool Set (PLTS) for ArcGIS (для ArcEditor і ArcInfo) - спеціалізоване програмне середовище для створення автоматизованого виробництва картографічної продукції. Містить у собі повний набір простих у використанні інструментів контролю якості даних, дозволяє створювати бази знань картографічних специфікацій і виробляти картографічну продукцію в цифровому і друкованому вигляді.

2.2.2. Geo Media

Розроблювач - Intergraph Corp. (США).

Призначення - універсальна, що дозволяє прямо (без конвертації) підключатися і працювати з геоінформаційними БД більшості індустріальних форматів, ефективно інтегрувати геодані в єдину інформаційну систему масштабу від робочої групи до підприємства, повнофункціональна ГІС.

Області застосування - введення, супровід і адміністрування геоінформаційних БД, Гіс-Аналіз, тематичне картографування, інші функції будь-якого рівня для різних областей використання: уряд всіх рівнів; земельний кадастр і управління територіями; сільське господарство; гідромеліорація; екологія; інженерні комунікації; телекомунікації; транспорт; добувна і переробна промисловість; військове застосування; планування і маркетингові дослідження в комерції, політичні дослідження і ін. (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Вікна інтерфейсу програми Geo Media Professional

Структура системи - центральний модуль (об'єктне ядро) містить основні Гіс-Функції і повністю інтегрується в операційне середовище Windows, що робить його доступним для всіх додатків; є десятки додаткових прикладних модулів.

Внутрішні формати графічних даних - всі дані зберігаються в СУБД у вигляді об'єктів.

Внутрішній формат баз даних - універсальний геоформат Oracle Spatial або будь-які СУБД, сумісні з ODBC (Access, SQL Server, Oracle Server і ін.).

Експорт графічних даних - є (SHP, DXM, MIF/MID, DGN, Oracle Spatial, GeoMedia, SQLS-Сервер, DWG).

Експорт баз даних - є (геоінформаційні: SHP, MIF/MID, Oracle Spatial, GeoMedia, ASCII; атрибутивні: dBase, FoxPro, Paradox, Excel, текст, а також можливості експорту використовуваної СУБД).

Імпорт графічних даних - є (MGE, MGSM, MGDM, DGN, DWG, DXF, EOO, SHP, MIF/MID, Oracle Spatial, GeoMedia; TIFF; Intergraph; BMP; GeoTIFF; GIF; PCX; CALS; JPEG; HRF; IGS).

Імпорт баз даних - є (dBase, FoxPro, Paradox, Excel, текст, а також можливості імпорту застосованої СУБД).

Обмін даними з іншими програмними продуктами - є (Windows Clipboard, DDE, OLE, ODBC, повна інтеграція з Microsoft Office).

Характеристика інтерфейсу і відкритість системи.

Користувальницький інтерфейс - компонентна об'єктна модель Microsoft (COM), реалізована в Windows 98, NT, 2000, ME, XP.

Можливість модифікації користувальницького інтерфейсу – є.

Наявність внутрішньої мови програмування – немає.

Макроси - є (макроси і користувальницькі команди з можливістю підключення в меню).

Мова високого рівня - є (будь-який OLE-Клієнт (VBA для Excel, Visual FoxPro, Visual Basic, Delphi, Visual C++, PowerBuilder і ін.).

Виклик exe-файлів – є.

Інші можливості - є (OLE Automation, OLE, ODBC, DDE; підтримує гіперпосилання на будь-які документи в локальних мережах і Інтернет; динамічні запити).

Русифікована версія - є (версія 5.2).

Документація - є (в електронному виді, навчальні курси на компакт-дисках і відео).

Система підтримки - є (за допомогою бізнес-партнерів).

Навчання користувачів - є (у навчальних центрах).

Переваги системи. GeoMedia надає собою єдиний механізм уведення запитів, аналізу, відображення даних з різнорідних джерел і поширення просторової інформації. Дозволяє "безшовно" інтегрувати геодані, створені в різних системах, у єдину розподілену інформаційну БД. Надає доступ до вилучених даних. Можлива адаптація і програмування власних додатків. Архітектура GeoMedia - прототип

концепції відкритої ГІС, розробленої Консорціумом по відкритим ГІС (Open GIS Consortium), і перший продукт, що повністю відповідає цим специфікаціям.

За допомогою GeoMedia можна здійснювати введення і перевірку коректності даних, робити запити, створювати тематичні карти і легенди, виконувати складні аналітичні процедури. Засоби аналізу в GeoMedia дозволяють перетворювати геометричні об'єкти в тематичні, відбирати ті або інші тематичні об'єкти, а також інтегрувати в ГІС растрові зображення і об'єкти мультимедиа. за допомогою засобів визначення класів і об'єктів, уведення, редагування і розміщення можна поповнювати і розвивати дані, підтримувати їх в актуальному стані

2.2.3. Autodesk Map 3D

Розроблювач - Autodesk Corp. (США)

Загальні відомості про систему

Призначення - повнофункціональна настільна ГІС

Область застосування - ГІС, картографія, кадастр, проектування, екологія (рис. 2.4).

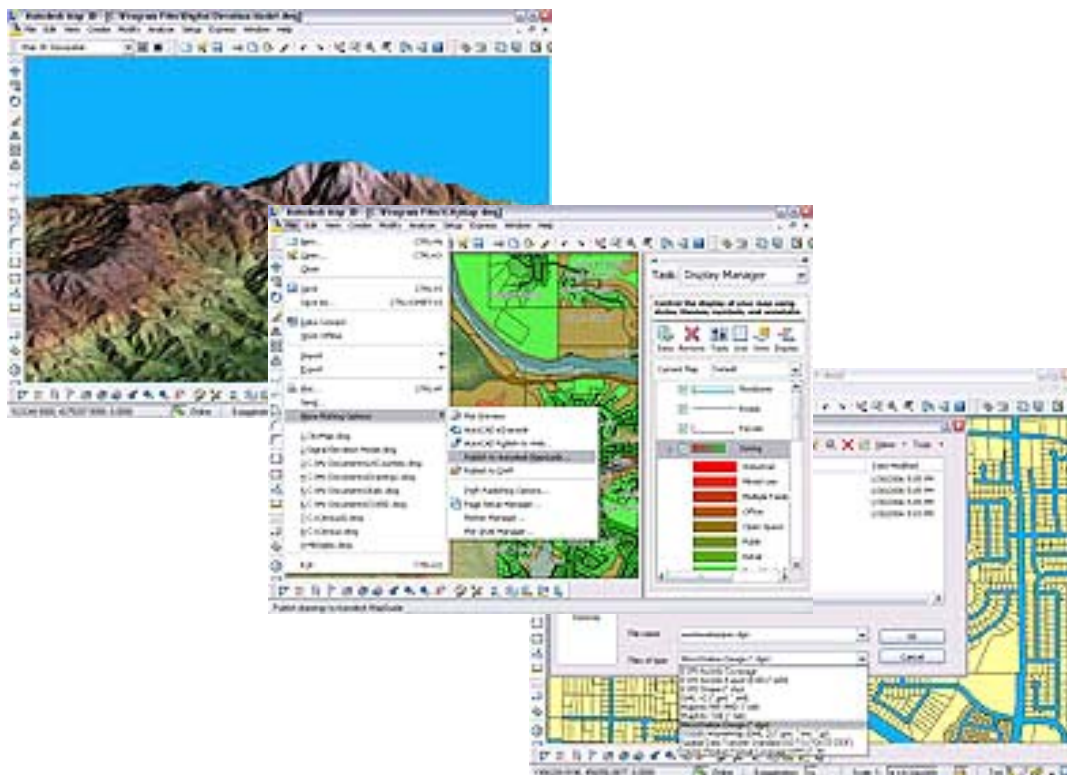


Рис. 2.4. Вікна інтерфейсу програми Autodesk Map 3D

Внутрішній формат графічних даних - DWG/DXF.

Внутрішні формати баз даних - таблиці Object Data, ODBC, Oracle, Oracle Spatial, ESRI ArcSDE, MySQL 5.0, Microsoft SQL Server і деякі драйвери безпосереднього доступу.

Експорт графічних даних - є (DXF, DWF, SHP, COV, MIF/MID, DGN, DWF, SDF, ONA).

Імпорт графічних даних - є (векторні: DXF, SHP, COV, MIF/MID, DGN, SDF; растрові: BMP, CALS1, FLIC, G3, G4, CIF, GeoSPOT, GeoTIFF, IG4, IGS, JFIF, JPEG, PCX, PICT, PNG, PSD, Photo CD, RLC 1, RLC 2, TARGA, TIFF, ECW і MrSID).

Обмін даними з іншими програмними продуктами - є (зв'язок з базами даних, підтримуючими ODBC, включаючи Access, Excel, Oracle, dBase, FoxPro, Paradox і SQL Server. Утворення посилань за допомогою блоків або текстових об'єктів).

Характеристика інтерфейсу і відкритість системи.

Користувальницький інтерфейс - графічного середовища AutoCAD

Можливість модифікації користувальницького інтерфейсу - є (інтерактивне настроювання панелей, мова опису діалогових вікон і настроювання меню).

Наявність внутрішньої мови програмування - є (убудований інтерпретатор AutoLisp, розширений Гіс-Функціями).

Мова високого рівня - є (API, ObjectARX - середовище створення додатків на 3++ і Visual Basic).

Можливість взаємодії з іншими програмними продуктами - є (всі властивості AutoCAD 2004, можливості інтеграції з будь-якими ГІС і СУБД).

Переваги системи. У розпорядженні користувача - всі можливості AutoCAD 2007. Autodesk Map є ключовою ланкою замкнутої Гіс-Технології. Має розвинені інструменти створення карт і роботи з топологією, функції Гіс-Аналізу. Підтримує зберігання не тільки атрибутивних, але і просторових даних в Oracle Spatial. Включає широкий набір засобів редагування карт. Забезпечує зв'язок об'єктів карти із зовнішніми документами різних типів. Має розвинені інструменти для інтеграції з іншими ГІС та інформаційними технологіями.

2.2.4. MapInfo Professional

Загальні відомості про систему

Призначення - повнофункціональна відкрита ГІС

Області застосування - земельний, лісовий кадастр і кадастр нерухомості, містобудування і архітектура, телекомунікації, видобуток і транспортування нафти і газу, електричні мережі, екологія і природокористування, геологія і геофізика, залізничний і автомобільний транспорт, банківська справа, утворення, державне керування (рис. 2.5).

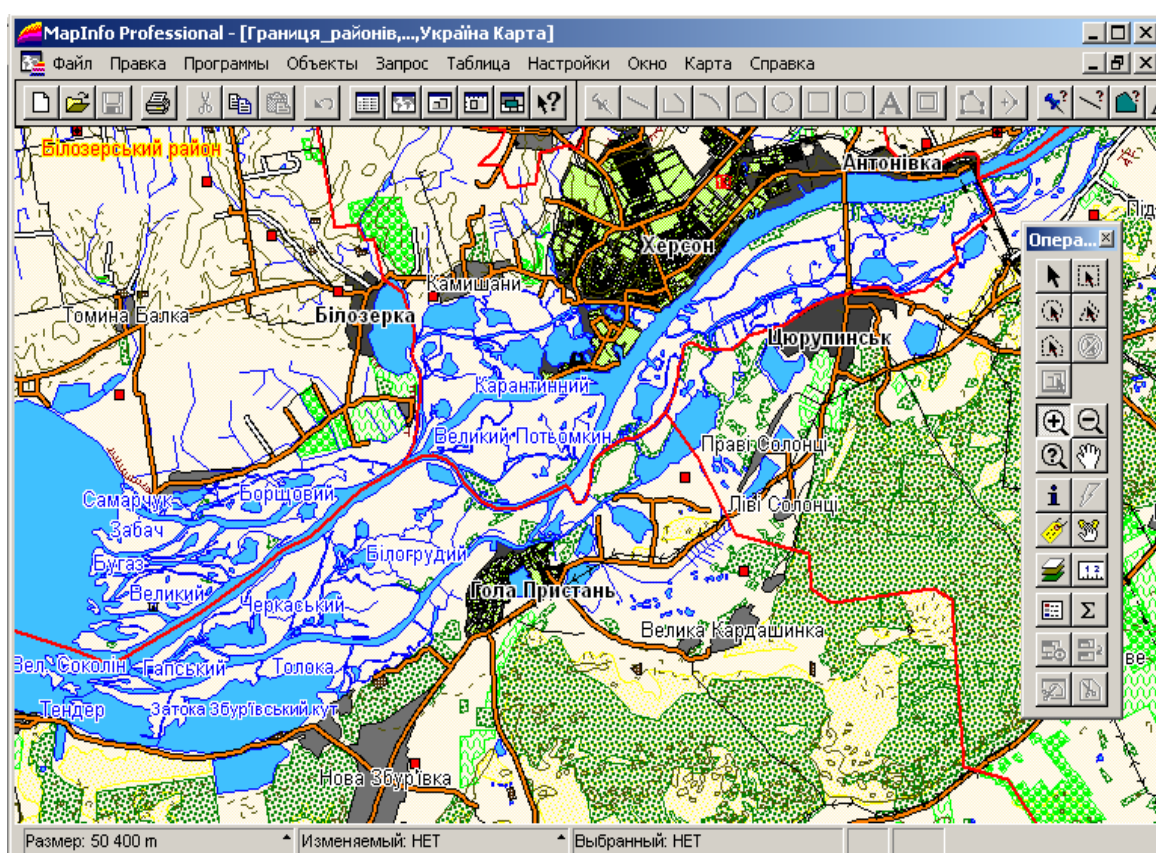
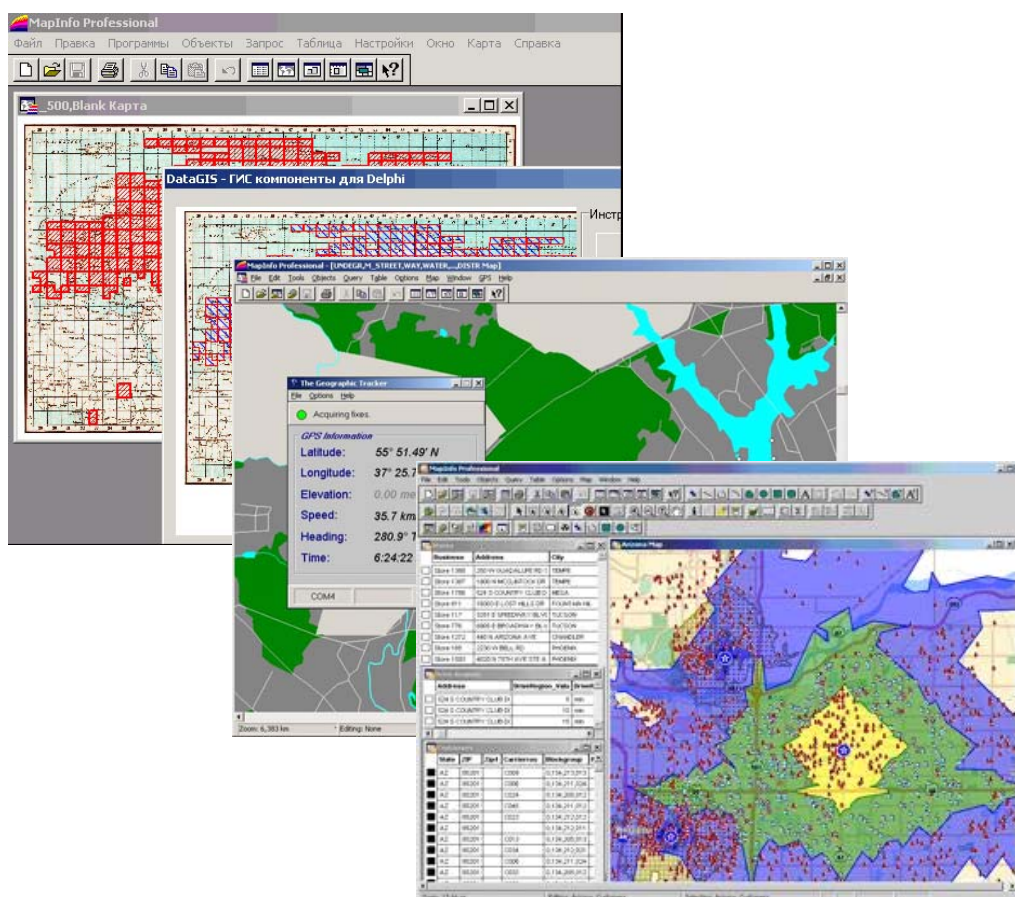


Рис. 2.5. Вікна інтерфейсу програми MapInfo Professional

Розроблювач - MapInfo Corp. (США).

Призначення - повнофункціональна відкрита ГІС.

Області застосування - земельний, лісовий кадастр і кадастр нерухомості, гідромеліорація, містобудування і архітектура, телекомунікації, видобуток і транспортування нафти і газу, електричні мережі, екологія і природокористування, геологія і геофізика, залізничний і автомобільний транспорт, банківська справа, державне управління.

Внутрішній формат баз даних - власний, Access, Excel, DBF, текстовий з роздільниками.

Експорт графічних даних - є (DXF, DWG, E00, SHP, DGN і усе найпоширеніші растрові формати).

Експорт баз даних - є (Access, Excel, DBF, текстовий з роздільниками, у вилучені бази даних).

Імпорт графічних даних - є (DXF, DWG, E00, SHP, DGN, AGP).

Імпорт баз даних - є (для яких є драйвери ODBC; пряме підключення до Oracle).

Обмін даними з іншими програмними продуктами - є (за допомогою DDE, OLE і ін.).

Характеристика інтерфейсу і відкритість системи.

Користувальницький інтерфейс - Windows API.

Можливість модифікації користувальницького інтерфейсу - є (повна, засобами MapBasic).

Наявність внутрішньої мови програмування - є (MapBasic).

Можливість використання інших мов програмування - є (підключення DLL-Бібліотек, OLE-інтеграція).

Русифікована версія – є.

Документація – є.

Система підтримки - є (початкова протягом 3 мес, річна технічна з відновленням версій).

Навчання користувачів - є (у сертифікованих навчальних центрах).

Переваги системи .

Пакет MapInfo спеціально спроектований для обробки і аналізу інформації, що має адресну або просторову прив'язку. Наявність великої кількості утиліт значно розширює функціональні можливості системи.

Вищезазначені програми є досить потужними геоінформаційними системами, що підходять для вирішення багатьох науково-практичних задач, поставлених у проєкті. Але аналіз усіх характеристик приводить до пріоритету використання системи ArcGis.

Продукти компанії ESRI (Environment System Research Institute – інститут досліджень систем довкілля) є найбільш популярним серед ГІС-Систем. Це високоефективні засоби для візуалізації і аналізу будь-яких просторових даних.

ArcGis - це ГІС професійного класу із широким набором засобів обробки географічної інформації. ArcGis є сучасною геоінформаційною системою, що широко застосовується. Система ArcGis, на відміну від

інших програм, забезпечує можливість роботи в багатокористувальницькому режимі, коли над одним проектом, що зберігається на сервері, можуть працювати кілька фахівців.

2.2.5. Digitals/Delta

Програма Digitals призначена для створення/відновлення топографічних і спеціальних карт, видання карт, міського кадастру і землевпорядкування, рішення інженерних і прикладних задач (рис. 2.6).

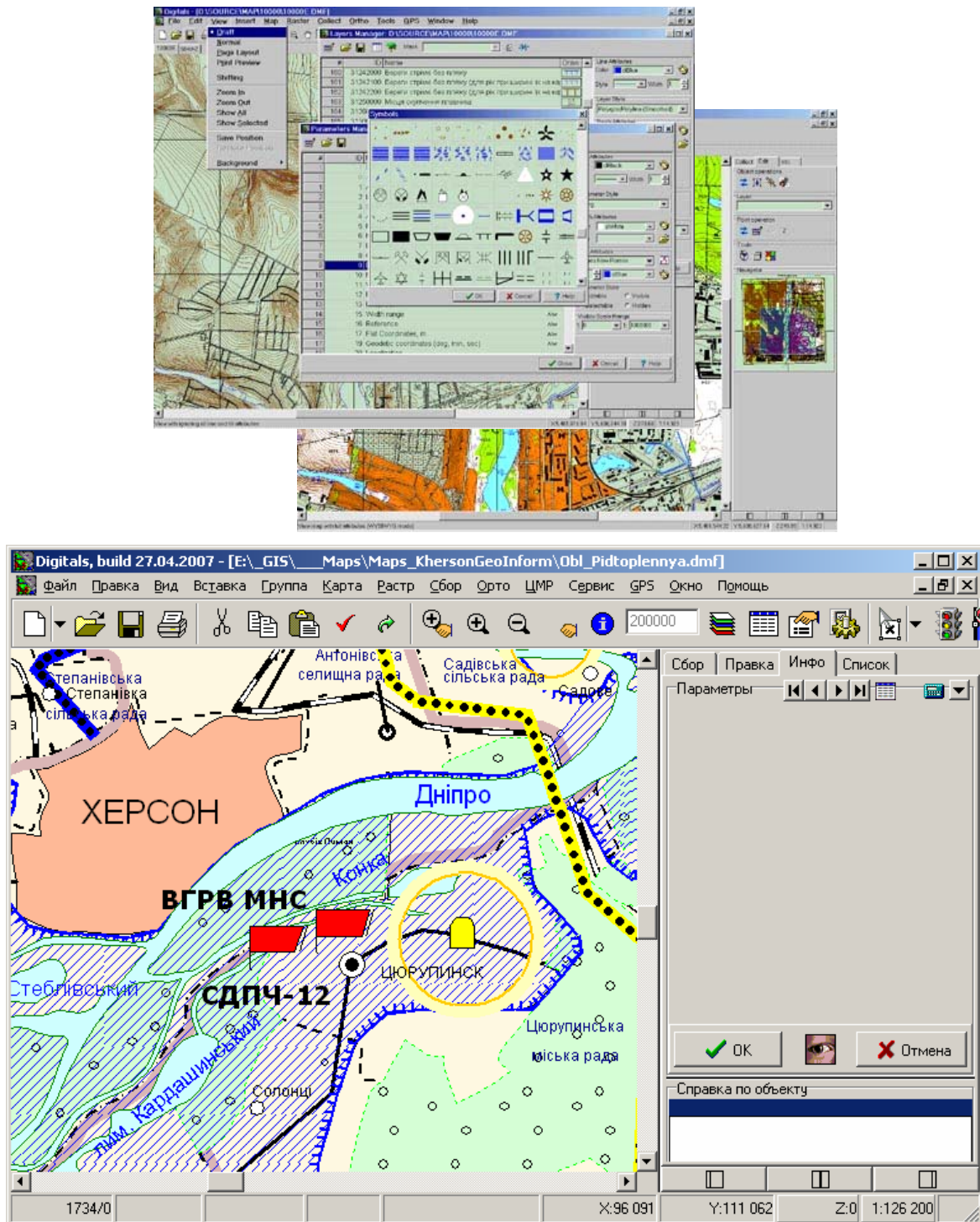


Рис. 2.6. Вікна інтерфейсу програми Digitals

Надає необмежені можливості для створення, редагування, перегляду цифрових карт.

Підтримуються 3D-введення із ЦФС "Дельта", АФС "Стереонаграф" і безліч формату імпорту/експорту.

Базове картографічне ядро підтримує:

- Необмежений список шарів, що визначають атрибути відображення об'єктів: колір і товщину лінії, заливання, умовні знаки та інше;
- Необмежена кількість параметрів об'єктів (полів бази даних) з можливістю довільного розміщення на карті у вигляді підписів;
- Бібліотеку умовних знаків, що редагується, утримуючу одиночні, лінійні, лінійно-орієнтовані, лінійно-масштабовані і майданні умовні знаки;
- Керування черговістю відображення шарів і окремих об'єктів;
- Режим WYSIWYG: зображення на екрані в точності відповідає тому, що буде видано на принтер, плоттер, в BMP-Файл;
- Збереження карти з усіма її атрибутами в єдиному файлі.
- Чорновий режим перегляду карти (базова цифрова модель) і правила відображення.

Режим перегляду карти з усіма заданими атрибутами

Основні можливості.

- Багатовіконний інтерфейс із підтримкою стандартних операцій Copy, Cut і Paste у межах одного вікна і між вікнами;
- Групова позначка/пошук об'єктів по довільній сукупності параметрів і виконання будь-яких операцій над всіма позначеними об'єктами;
- Можливість символізації цифрових карт створених в інших системах;
- Підтримка форматів DWG, DXF/DBF, Shape, DGN, MID/MIF, ASCII і ін;
- Створення довільних рамок і варіантів зарамкового оформлення з автоматичною вставкою їх у карту;
- Використання шаблонів карт.
- Векторизація по растрі або використовуючи АПФ "Стереонаграф"
- Дозволяє використовувати скановані карти і одиночні знімки у форматах TIFF і BMP;
- Працює із чорно-білими і кольоровими растрами розміром до 4Гб на звичайному комп'ютері;
- Використання шаблонів типових об'єктів, автоматичне створення і добудову полігонів;
- Панель швидкого вибору найбільше часто використовуваних шарів;
- Автозахоплення з індикацією при зборі об'єктів.
- Функції для роботи з рельєфом.
- Створення регулярної Цмр-Сітки з пікетів і/або горизонталей;
- Моделювання горизонталей;
- Інтерполяція горизонталей;
- Присвоєння висоти всім об'єктам карти по пікетах і/або горизонталям;

- Розрізи і перетини, підрахунок обсягів.
- Кадастр і землевпорядкування
- Повна автоматизація технології розпайовки земельних ділянок і підготовки супутньої документації.
- Створення кадастрових карт і планів;
- Заповнення записів бази даних по кожному об'єкту, з можливістю пошуку;
- Створення звітів, експлікацій, графічних і текстових документів;
- Автоматичний підрахунок площ, настроювання одиниць виміру і форматів подання даних;
- Інтеграція з офісними додатками.

Програмне забезпечення ЦФС "Дельта" забезпечує весь процес обробки від триангуляції/вирівнювання до видачі оформлених карт, ортофотопланів і ортофотокарт.

Засновано на картографічному ядрі "Digitals" з можливостями стереорисовки і ортофото.

Дозволяє створювати цифрові карти і ортофотоплани по аерофото і космічних знімках.

Працює в стереорежимі зі стереоскопом або з OpenGL затворними окулярами, у режимі моно/моно плюс без додаткових пристосувань.

Можливе використання ручних штурвалів, ногого диска і педалей: повна ЦФС "Дельта".

Основні можливості.

- Створення мозаїки з будь-якої кількості довільних растрових полігонів і знімків.
- Автоматичне відновлення рельєфу для створення ортофото і побудови горизонталей.
- Редагування сітки висот у з використанням затворних окулярів або стереоскопу;
- Імпорт і використання інформації про рельєф у вигляді пікетів і/або контурів у текстовому або DXF форматі;
- Вирівнювання тональності і кольорова корекція окремо для кожного растрового фрагменту.
- Створення і оформлення растрово-векторних ортофотокарт у геодезичної розграфленню з використанням довільних шрифтів і умовних знаків;
- Роздруківка і висновок у растрові файли;
- Можливість символізації цифрових карт, створених в інших системах;
- Бібліотеки векторних умовних знаків всіх типів;
- Створення довільних рамок і варіантів зарамкового оформлення з автоматичною вставкою їх у карту;
- Використання шаблонів карт;
- Автоматична триангуляція;
- Працює в режимі on-line із програмами вирівнювання PhotoCom і

BlockMSG;

- Використовує метод швидкої кореляції для автоматичного ототожнення і передачі крапок;
- Повний контроль по кореляції, паралаксам і помилкам на сполучних крапках;
- Автоматичний і напівавтоматичний режим вимірів;
- Фільтрація обмірюваних крапок за різними критеріями;
- Зручні засоби аналізу блоку і пошуку помилок, сортування знімків і вимірів за будь-якими показниками.

2.2.6. ObjectLand

Геоінформаційна система ObjectLand є універсальним програмним продуктом, що працює під керуванням операційних систем сімейства Windows і призначеним для використання в областях, пов'язаних зі спільною обробкою просторової і табличної інформації (рис. 2.7).

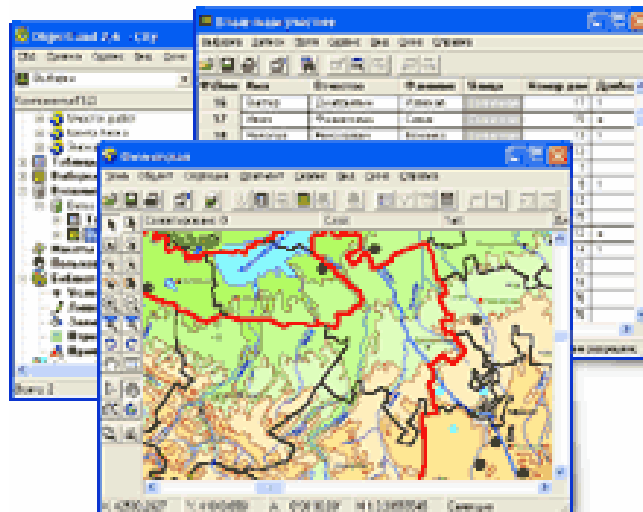


Рис. 2.7. Вікна інтерфейсу програми ObjectLand

Основні характеристики:

- створення векторно-растрових карт із довільним типовим складом;
- багатокористувальницьке редагування даних;
- імпорт і експорт даних для форматів MIF/MID (MapInfo), SHP (ArcView), DXF (AutoCAD), DBF (dBASE), CSV;
- розмежування прав доступу користувачів до даних;
- зберігання табличної інформації як у таблицях внутрішньої СУБД, так і в будь-якій зовнішній базі даних, до якої є доступ через протокол ODBC;
- COM-Інтерфейси для використання із зовнішніх додатків;
- російськомовний інтерфейс.

2.2.7. Загальна характеристика системи Mathcad і можливостей її застосування в ГІС

Усі вищезгадані геоінформаційні системи у тому чи іншому степені мають засоби математичного і статистичного моделювання. Але при створенні складних геоінформаційних проектів треба використовувати професіональні програми математичного моделювання.

В даний час створено чимало математичних програмних процесорів, що дозволяють проводити необхідні обчислення (Matlab, Maple, Mathematica). Найбільш популярним і поширеним із них є пакет Mathcad фірми MathSoft, USA (рис. 2.8).

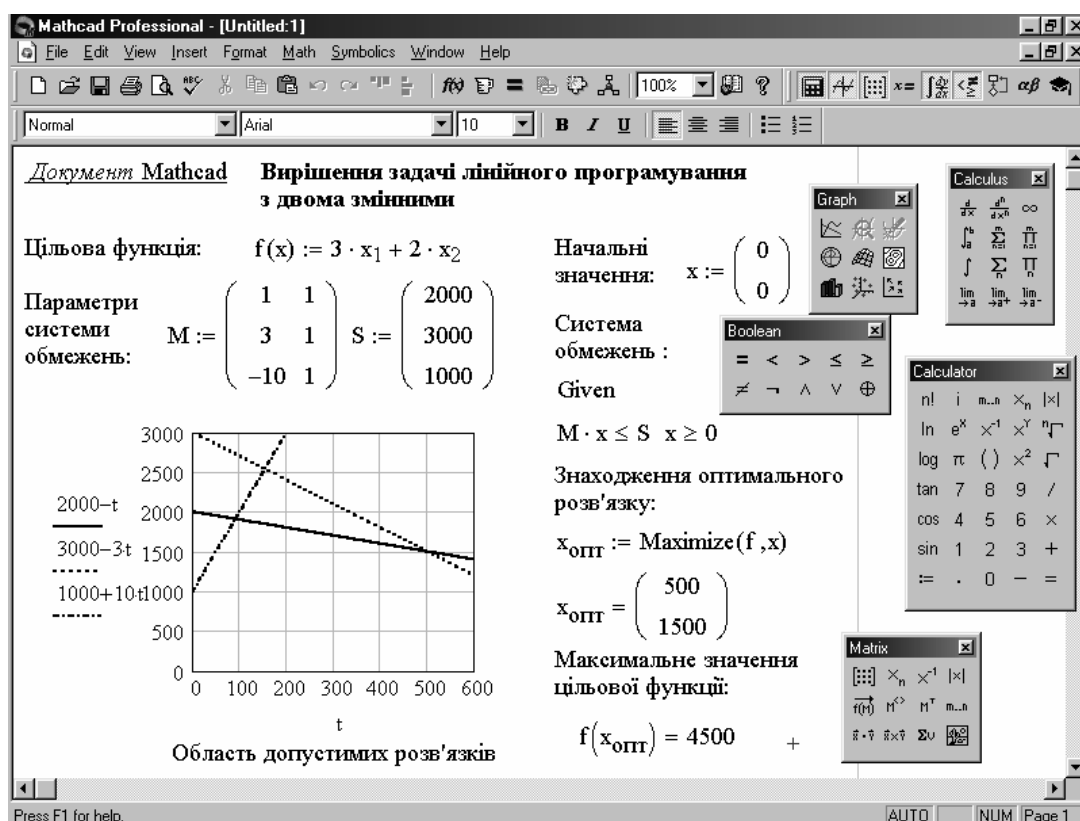


Рис. 2.8. Інтерфейс користувача програми Mathcad

Mathcad - універсальний математичний пакет, призначений для виконання наукових розрахунків. Основна перевага пакета - класична математична мова, на якій формуються розв'язувані задачі. Об'єднання текстового редактора з можливістю використання звичайної математичної мови дозволяє користувачеві одержати готовий підсумковий документ. Пакет має широкі графічні можливості. Практичне застосування пакета істотно підвищує ефективність інтелектуальної праці.

Перевага Mathcad є також у тому, що він не тільки дозволяє провести необхідні розрахунки, але й оформити свою роботу за допомогою графіків, малюнків, таблиць і математичних формул.

По суті Mathcad є мовою програмування. Проте, ця мова максимально наближена до класичної математичної мови. Усі формули вводяться за допомогою зручного інтерфейсу користувача у звичайному математичному вигляді.

Програми, написані на Mathcad (їх називають документами) схожі на сторінки з підручника або наукової статті з формулами і результатами обчислень за ними, графіками і пояснюючим текстом.

Документи містять текстові, формульні і графічні блоки, що займають на екрані дисплея прямокутні (звичайно, невидимі) області. Блоки виконуються зліва праворуч і зверху униз. Документ містить, як алгоритм, так і результати розв'язання задачі. При зміні вхідних даних Mathcad автоматично перерахує результати.

Зручність використання системи Mathcad полягає ще й у тому, що надрукований документ у точності повторює зображення на екрані дисплея.

У систему Mathcad вбудований дуже потужний математичний апарат, що дозволяє обчислювати значення основних елементарних і спеціальних функцій, вирішувати рівняння (включаючи і диференціальні) та їх системи, здійснювати статистичну обробку даних і вирішувати оптимізаційні задачі.

Деякі з цих задач Mathcad дозволяє вирішувати не тільки чисельними методами але й аналітично, тобто в символному вигляді.

Графічні можливості системи Mathcad дозволяють легко будувати двовимірні і тривимірні графіки в декартових і полярних координатах, гістограми, лінії рівнів, векторні поля і т.д. Можливо також створення анімаційних (перемінних у часу) графіків.

Mathcad є Windows-сумісна програма і дозволяє вбудовувати й використовувати у своїх документах об'єкти або дані з других Windows-додатків (Word, Excel і т.д.).

Запуск системи Mathcad у Windows із меню Пуск, Програми, MathSoft Apps, Mathcad. Після завантаження на екрані дисплея з'явиться вікно з інтерфейсом користувача програми Mathcad, призначеного для керування системою і створення документів. Його вигляд багато в чому нагадує інтерфейси других Windows-додатків (Word, Excel і т.д.), що дозволяє користувачеві, знайомому з цими програмами, легко почати роботу в Mathcad.

Велику частину інтерфейсу займає вікно редагування, призначене для створення документа з розміткою полів (суцільна лінія) і розбивкою на сторінки (пунктирні лінії). У правої і нижньої частини вікна редагування розміщені лінійки прокрутки, призначені для переміщення документа по горизонталі і вертикалі.

Верхній рядок інтерфейсу містить назву програми, назву документу (автоматично присвоюються назви Untitled:1 - 8) і стандартні кнопки керування вікном програми.

У другому рядку інтерфейсу розташовуються кнопки управління вікном поточного документа і головне меню Mathcad:

File Edit View Insert Format Math Symbolic Window Help

Далі розташовується панель інструментів:



Панель форматування:



Математична панель:



Математична панель містить кнопки наступних панелей:

- арифметична панель;
- панель знаків відношень;
- панель побудови графіків;
- панель векторних і матричних операцій;
- панель операцій математичного аналізу;
- панель програмування;
- панель грецьких букв;
- панель символів математички.

Самий нижній рядок призначений для різного роду повідомлень системи (попереджень, порад, клавішних комбінацій та іншої допоміжної інформації). Тут також міститься інформація про включені режими: "Auto" (режим автоматичних обчислень), "Caps Lock" (уведення заголовних букв із клавіатури), "Num Lock" (режим включення цифрового блока клавіатури) і номер поточної сторінки документа.

При створенні документів необхідно пам'ятати, що в Mathcad знак $\coloneqq$ означає введення значення, а знак $=$ виведення результату.

У мету даного навчального посібника не входило докладне вивчення Mathcad, хоча необхідні пояснення приведені в тексті запропонованих програм (документів) там, де це необхідно.

2.3. Сучасний стан застосування програмного забезпечення ГІС в аграрних університетах України

В Херсонському державному аграрному університеті відкрита кафедра ГІС-технологій і магістерська програма (спеціалізація) "ГІС-технології в управлінні водними і земельними ресурсами" на спеціальності "Гідромеліорація". Читаються навчальні курси "Основи ГІС", "Бази даних", "Комп'ютерне і програмне забезпечення ГІС", "Просторове моделювання", "ГІС в еколого-меліоративному моніторингу", "Моделювання і прогнозування для проектів ГІС", "Геоінформаційні системи в агросфері", "Управління водними і

земельними ресурсами на базі ГІС-технологій", "Геоінформаційні системи в землеробстві" та ін. При викладанні цих дисциплін застосовується програмне забезпечення: ArcGIS ArcView, ArcGIS ArcInfo, Digitals/Delta, ObjectLand.

Кафедра геоінформаційних систем і технологій Національного аграрного університету України спеціалізується за такими науковими напрямками: просторове агромоделювання та прогнозування урожайності сільськогосподарських культур; оцінка земельних ресурсів на основі ГІС-аналізу і даних дистанційного зондування Землі; точне землеробство; наукове обґрунтування можливості прогнозу продуктивності зернових культур на основі даних дистанційного зондування Землі. Кафедра ГІС-технологій НАУ забезпечує викладання навчальних дисциплін: "Автоматизація земельно-кадастрової системи", "ГІС агроландшафтів і основи геостатистики", "ГІС в землевпорядкуванні та земельному кадастрі", "ГІС і бази даних", "ГІС природних ресурсів", "ГІС-аналіз і прикладна геостатистика в управлінні територіями", "Глобальна система позиціонування", "Дистанційне зондування", "Інформаційне забезпечення в управлінні територіями", "Основи ArcInfo", "Основи геоінформаційних систем", "Цифрові плани і карти", "Основи просторового аналізу, моделювання та геостатистики".

При цьому використовується програмне забезпечення: ArcGIS 9.1: ArcEditor, ArcInfo, ArcView, ArcSDE, Arc-GIS 3-D Analyst/Spatial Analyst, ArcGIS Geostatistical Analyst, IDRISI 32 second release, CARTA LINKS, ERDAS Imagine Professional.

В Луганському національному аграрному університеті, на будівельному факультеті, кафедрі землевпорядкування і кадастру викладають дисципліни "ГІС і бази даних", "ГІС в кадастрових системах", "Геоінформаційні системи", використовуючі програми "Земля", "Реєстр землеволодінь та землекористувань", "Arc View 9.2".

Курс „Геоінформаційні системи” читається в Одеському державному аграрному університеті на факультеті землевпорядкування та кадастру, де обладнано комп'ютерний клас ГІС-технологій, Полтавській державній аграрній академії на кафедрі вищій математиці, Харківському національному аграрному університеті, Дніпропетровському державному аграрному університеті, Львівському державному аграрному університеті та в деяких інших аграрних вузах і коледжах.

2.4. Апаратне забезпечення ГІС

Одним з основних елементів географічної інформаційної системи є апаратна частина, до якої входить:

- комп'ютер – сервер баз даних;
- виробничі комп'ютери для співробітників;
- сканер, для введення в ПК графічної інформації, для конвертації карт і документів у цифрову форму для Digitals;
- графопобудовник, плотер або принтер, які використовують для виведення на папір результатів, графічної інформації, креслень;
- звукові колонки або навушники для виведення звукової інформації;
- міжкомп'ютерні комунікації, які забезпечують зв'язок з локальними і глобальними мережами або телефонними лініями з використанням “модема” (рис. 2.9).



Рис. 2.9. Апаратна частина географічної інформаційної системи

Зовнішні запам'ятовуючі пристрої (ЗЗП) призначені для тривалого (при виключеному ПК) зберігання інформації. Нині найпоширенішими є накопичувачі на гнучких магнітних дисках (НГМД), накопичувачі на жорстких магнітних дисках (НЖМД), накопичувачі на лазерних дисках (CD, CD-R, CD-RW, DVD).

Накопичувач на гнучких магнітних дисках (НГМД або дискета) зберігає інформацію від 360 до 1440 Кб залежно від стандарту.

Накопичувач на жорстких магнітних дисках (НЖМД, вінчестер) — нині основний запам'ятовуючий пристрій призначений для тривалого

зберігання усієї наявної у комп'ютері інформації, зокрема програмного забезпечення. Для сучасних ПК (2003р.) характерні ємності вінчестера від 2,1 до 120 Нб.

Ємність дискети - максимально можлива кількість збереженої інформації.

Накопичувач на компакт-дисках (CD-ROM, DVD-ROM) – відносно новий пристрій, використовуваний для зберігання великих пакетів системного і прикладного програмного забезпечення (ПЗ), мультимедійних додатків, іншої інформації великих розмірів. CD-ROM накопичувачі призначені тільки для збереження інформації, записаної на змінні лазерні диски на заводі-виготовлювачі. Записати туди свою інформацію користувач не може. Для запису інформації на лазерні диски на ПК користувача існує спеціальний додатковий пристрій – CD-RW, який за допомогою відповідного програмного забезпечення.

Флеш-пам'ять – це тип пам'яті, яка може на довготривалий час зберігати певну інформацію на своїй платі, зовсім не використовуючи живлення. Флеш-пам'ять пропонує високу швидкість доступу до інформації (хоча вона не настільки висока як у DRAM).

Апаратне забезпечення ПС - це комплекс технічних засобів, що використовуються для реалізації функціональних можливостей ПС, включаючи засоби введення, обробки, збереження і передачі даних.

Апаратні засоби — це комп'ютерні системи які забезпечують роботу програмних засобів.

Типовий набір апаратних засобів: комп'ютер, засоби введення, відображення і збереження інформації, адаптери.

Апаратне забезпечення має блочно-модульну конструкцію, тобто апаратну конфігурацію можна збирати із готових вузлів і блоків. За способом розміщення відносно центрального процесорного пристрою (ЦПП-CPU) розрізняють внутрішні та зовнішні (периферійні) пристрої. Узгодження між окремими вузлами і блоками виконується за допомогою апаратних інтерфейсів. Стандарти на апаратні інтерфейси називають протоколами. Протокол – це сукупність технічних умов, які повинні бути забезпечені розробниками пристроїв для успішного погодження їх роботи з іншими пристроями.

Сучасний **персональний комп'ютер** – універсальна технічна система. Його конфігурацію (апаратний склад обладнання) можна гнучко змінювати за необхідністю. Однак існує поняття базової конфігурації, яку вважають типовою. Поняття базової конфігурації може з часом змінюватися, але сьогодні в його склад включають чотири пристрої:

- системний блок;
- монітор;
- клавіатуру;
- мишу.

Окрім цього перераховані пристрої в сучасному персональному комп'ютері поділяють на:

- центральне обладнання;
- периферійне обладнання.

До центральної частини ПК відносяться:

- мікропроцесор, що управляє ходом обчислювального процесу і здійснює виконання програм;
- внутрішня пам'ять - для збереження службових та оперативних даних;
- контролери - для управління роботою периферійними обладнаннями;
- шина - для обміну даними між центральними і периферійними обладнаннями.
- Всі центральні обладнання розміщуються в системному блоці комп'ютера.

До периферійних (зовнішніх) обладнань ПК відносяться:

- клавіатура - для введення даних у комп'ютер;
- монітор (дисплей) - для зображення текстових та графічних даних;
- зовнішня пам'ять - для введення, виведення та довготривалого зберігання великих об'ємів даних;
- принтер - для виведення на друк текстових і графічних даних;
- миша - обладнання маніпулятивного типу, що забезпечує введення даних в комп'ютер;
- сканер - обладнання для зчитування друкованих текстових та графічних даних в комп'ютер;
- плоттер - обладнання для виводу креслень на папір;
- графічний планшет - обладнання для введення контурних зображень;
- модем - обладнання для обміну інформацією з іншими комп'ютерами через телефонну мережу;
- факс-модем - обладнання, що поєднує можливості модему і засоби для обміну факсимільними зображеннями з іншими факс-модемами і звичайними телефаксимільними апаратами;
- стример - обладнання для запису великих об'ємів даних на касети з магнітною стрічкою;
- інше обладнання.

Більшість зовнішніх пристроїв можна підключити до системного блоку через спеціальні роз'єми, розширюючи тим самим функціональні можливості ПК. Обладнання зовнішньої пам'яті (накопичувачі для гнучких магнітних дисків, накопичувач на жорсткому магнітному диску, накопичувач на оптичному диску) розміщуються в системному блоці.

Розглянемо більш детально основні блоки персонального комп'ютера.

Системний блок – основний вузол, у якому розміщені найбільш важливі компоненти ПК. За зовнішнім виглядом системні блоки бувають горизонтального (desktop, slim - плоскі) та вертикального (tower – big-, midi-, mini-) виконання. Окрім цього важливим є форм-фактор корпусу, який повинен відповідати форм-фактору материнської плати.

До внутрішніх пристроїв системного блоку входить материнська плата – основна плата ПК, на якій розміщена оперативна пам'ять.

Оперативна пам'ять (RAM – Random Access Memory) – це масив кристалічних комірок, здатних зберігати дані. З багатьох типів оперативної пам'яті, яка використовується в ПК, за фізичним принципом дії розрізняють динамічну (DRAM) і статичну пам'ять (SRAM).

Оперативна пам'ять в комп'ютері розміщена на стандартних панельках – модулях, які в свою чергу вставляють у відповідні роз'єми на материнській платі. Основними характеристиками модулів пам'яті є їхній об'єм і час доступу.

Процесор – основна мікросхема, що управляє ходом обчислювального процесу і виконує всі арифметичні і логічні операції. Отже, швидкість його роботи в більшості зумовлює швидкодію комп'ютера. Найважливішими характеристиками мікропроцесора являються розрядність, тактова частота, коефіцієнт внутрішнього множення тактової частоти та кеш-пам'ять.

Розрядність мікропроцесора вказує на довжину слова, що вимірюється кількістю двійкових розрядів (бітів), яке оброблює мікропроцесор за один такт. Сучасні мікропроцесори обробляють слова довжиною 8, 16, 32 і 64 біта.

Тактова частота вказує, скільки елементарних операцій (тактів) мікропроцесор виконує за одну секунду. Тактова частота вимірюється в мегагерцах (МГц), гігагерцах (ГГц). Різні моделі мікропроцесорів виконують одні й ті ж операції за різне число тактів.

Кеш-пам'ять – спеціальна пам'ять, куди заносяться дані з оперативної пам'яті, щоб зменшити кількість звертань процесора. Вона розміщена біля процесора, виконана зі швидкодіючих мікросхем типу SRAM, а розміри її можуть досягати кілька Мбайт.

Зв'язок з усіма власними і підключеними пристроями материнської плати виконують її шини та логічні пристрої, розміщені у мікросхемах мікропроцесорного комплексу (чіпсету). Від їх архітектури залежить продуктивність ПК. Існує багато стандартів шин - ISA, EISA, LVB, PCI, FSB, AGP, PCMCIA і остання USB – Universal Serial Bas (Універсальна послідовна магістраль)

Накопичувачі на жорсткому диску (вінчестері) призначені для довготривалого зберігання великих об'ємів даних і програм, які використовуються при роботі з комп'ютером. Наявність жорсткого диску значно підвищує зручність роботи з комп'ютером.

Гнучкі диски (дискети) дозволяють переносити документи і програми з одного комп'ютера на інший, зберігати дані, які не використовуються постійно, робити архівні копії тощо.

Основними параметрами гнучких дисків є: технологічний розмір (вимірюється в дюймах), щільність запису та повна ємність.

В останній час широке застосування отримали CD і DVD оптичні диски. Оптичні диски відрізняються високою надійністю зберігання інформації, однак швидкість зчитування даних з таких дисків значно менша, ніж з жорстких і магнітооптичних дисків.

Разом з монітором відеокарта утворює відеопідсистему ПК. Фізично відеоадаптер виконаний у вигляді окремої дочірньої плати, яка вставляється у слоти материнської плати. Відеоадаптер взяв на себе функції відеоконтролера, відеопроцесора і відеопам'яті.

За час використання ПК змінилось кілька типів відеоадапторів: MDA (монохромний), CGA (4 кольори), EGA (16 кольорів), VGA (256 кольорів) і в теперішній час SVGA – до 16,7 мільйонів кольорів

Розпізнавальна здатність екрану – один з найважливіших параметрів відеопідсистеми. Чим вона вища, тим більше інформації можна відобразити на екрані, тим менше розмір кожної окремої точки. В залежності від розміру монітора, існує оптимальна розпізнавальна здатність (15 – 800x600, 17 – 1280x1024).

Глибина кольору – визначає кількість відтінків, які може сприйняти одна точка екрану.

Відеоприскорення - одна з властивостей відеоадаптера, яка дозволяє побудувати зображення без розрахунків у основному процесорі, а чисто апаратним шляхом – перетворенням даних у мікросхемах відеоприскорювача. Розрізняють 2 типи відеоприскорювачів – плоскої (2D) та тривимірної графіки (3D) – RIVA TNT2, GeForce2 з об'ємом пам'яті від 32 Мб до 64 Мб, GeForce4 з об'ємом пам'яті від 64 Мб до 128 Мб.

Звукова карта, як одне з найпізніших досягнень комп'ютерної техніки, підключається до одного зі слотів материнської плати у вигляді дочірньої плати і виконує обчислювальні операції пов'язані з обробкою звуків, мови, музики.

Основним параметром звукової карти є її розрядність, яка визначає кількість бітів, які використовуються при перетворенні сигналів з аналогової форми в цифрову і навпаки. Сьогодні найбільш поширені 32-, 64-розрядні пристрої.

Периферійні пристрої ПК підключаються до його інтерфейсів і виконують різні операції в обчислювальній системі. Розглянемо основні з них.

Монітор (дисплей) комп'ютера призначений для виводу на екран текстової і графічної інформації. Монітори бувають кольоровими і монохромними. Вони можуть працювати в одному з двох режимів: текстовому чи графічному.

В текстовому режимі екран монітора умовно розбивається на окремі ділянки - знакомісця, частіше всього - на 25 рядків по 80 символів (знакомісць). В кожне знакомісце може бути виведений один із 256 раніше заданих символів.

На кольорових моніторах кожному знакомісцю може відповідати свій колір символу і свій колір фону. На монохромних моніторах для виділення окремих частин тексту і ділянок екрану використовуються підвищена яскравість символів, підкреслення й інверсне зображення (темні символи на світлому фоні).

Графічний режим монітора призначений для виводу на екран графіків, рисунків і т. п. Зрозуміло, в цьому режимі можна також виводити і текстову інформацію в вигляді різноманітних надписів, причому ці надписи можуть мати довільний шрифт, розмір букв і т.п.

Основними споживацькими параметрами монітора є: розмір екрану, крок маски екрану, частота регенерації зображення і клас захисту.

Розмір монітора визначається за відстанню між протилежними кутами трубки кінескопа за діагоналлю. Одиниця виміру – дюйм. Стандартні розміри – 14, 15, 17, 19, 20 і 21 дюйм.

Частота регенерації (оновлення) зображення показує скільки раз в межах секунди монітор може повністю змінити зображення (частота кадрів). Сьогодні мінімальне його значення вважається 75 Гц, нормативне – 85 Гц, комфортне – 100 Гц і більше.

Клас захисту визначається стандартом, якому відповідає монітор у відповідності до вимог техніки безпеки (MPR-II, TCO-92, TCO-95, TCO-99).

Клавіатура. Майже всі сучасні ПК оснащені практично однаковими клавіатурами. Але необхідно пам'ятати, що є безпроводникові клавіатури. Про це ми поговоримо трохи пізніше.-

Клавіатура призначена для введення в комп'ютер алфавітно-цифрових даних, а також команд управління. Комбінація клавіатура-монітор складають найбільш простий інтерфейс користувача.

Склад клавіатури. Стандартна клавіатура має 100 і більше клавіш, які функціонально розділені на кілька груп (алфавітно-цифрові, функціональні, службові, управління курсором та клавіші додаткової панелі).

Миша – пристрій управління маніпулятивного типу. Пересування миші по плоскій поверхні синхронізовано з пересуванням графічного об'єкта вказівника миші на екрані монітора. Різновидностей миші існує дуже багато. Крім забарвлення та чисто дизайнерсько-ергономічних варіацій існують інші відмінності. В класичній миші головним елементом руху є шарик. У деяких сучасних маніпуляторів “шарова” основа замінена оптичною. Миша випромінює світловий сигнал, а фотоелементи через певні проміжки часу фіксують його відображення від поверхні столу чи килимка. Недоліком шарикових мишок є їх забруднюваність та

зношуваність. Оптична миша майже вічна. Вона працює на всіх поверхнях, їй не потрібний килимок.

Принтер. Одним із пристроїв виведення даних (додатково до монітора) і друкування їх на папір або прозору плівку є принтер. За принципом дії сучасні принтери поділяють на матричні, лазерні, світлодіодні та струменеві.

Матричні принтери найбільш прості та дешеві. Дані виводяться на папір у вигляді відбитка на папері від ударів циліндричних стержнів “шпильок” через насичену фарбою тасьму. Найбільш поширені 9-шпилькові та 24-шпилькові принтери.

Лазерні принтери забезпечують високу якість друку, яка не поступається поліграфічній. Принцип дії лазерних принтерів полягає у наступному. У відповідності з даними лазерна головка випускає світлові імпульси, які відбиваючись від дзеркала попадають на поверхню світлочутливого барабану;

До основних параметрів лазерних принтерів відносять: розрізнявальну здатність (dpi – кількість крапок на дюйм 600-1200), продуктивність (сторінок за хвилину), формат та об'єм власної оперативної пам'яті.

Світлодіодні принтери за принципом дії схожі на лазерні. Різниця лиш у тому, що лазерну головку замінює лінійка світлодіодів, розміщених по ширині друкованого аркуша.

Струменеві принтери. Зображення на папері формується з плям барвника, які попадають на папір з печатної головки принтера. Знайшли широке застосування у кольоровому друці.

Інші периферійні пристрої ПК.

Електронні мольберти.

Якою б досконалою не була миша, вона ніколи не стане повноцінною заміною олівця в графічному редакторі. Зараз пропонуються різні варіанти електронних планшетів зі спеціальними ручками, що пишуть, в комплекті. Сам планшет грає роль креслярської дошки. Ручка може бути пером, олівцем, ластиком, в залежності від вибраної в графічному редакторі функції. Крім того, вона може замінити мишу. Дуже зручно, коли планшет оснащений прозорою плівкою, під яку, як під кальку можна покласти оригінал – обвести необхідні деталі та отримати на екрані монітора цікавий малюнок, а потім засобами графічного редактору розфарбувати його.

Найбільш цікавим класом електронних мольбертів є інтерактивні дисплеї, це одночасно і рідкокристалічний монітор і планшет. Малювати можна прямо по екрану. Але це досить дорогі монітори.

Пристрої зберігання даних. Стримери – накопичувачі на магнітній стрічці. Стрічка – пристрій послідовного доступу до даних. Низька продуктивність і надійність. Ємність – кілька сотень Мбайт.

ZIP-накопичувачі – накопичувачі на магнітних дисках ємністю 100/250 Мбайт. Бувають внутрішнього та зовнішнього виконання.

Накопичувачі HiFD – випускаються компанією SONY, сумісні з 3,5 дюймовими дисками. Ємність 200 Мбайт.

Накопичувачі JAZ – за своїми параметрами наближені до жорстких дисків, однак є змінними. Ємність 1-3 Гбайт.

Магнітооптичні пристрої. Ці диски поєднують переваги магнітної і оптичної технологій: інформація зберігається на магнітному носії, захищеному прозорою плівкою, а читання і запис здійснюється з допомогою променя лазера. Магнітооптичні диски випускаються розміром 3,5 и 5,25 дюйма і по формі дуже схожі на звичайні дискети. Ємність магнітооптичних дисків розміром 3,5 дюйма от 128 до 640 Мбайт, розміром 5,25 дюйма - 1,3 Гбайта. Швидкість доступу до даних така ж як у жорсткого диска, а надійність зберігання інформації дуже висока.

Пристрої обміну даними. Модем – пристрій, призначений для обміну даними між віддаленими комп'ютерами з використанням каналів зв'язку (МОдулятор+ДЕМодулятор). Найбільш широке застосування модеми знайшли при підключенні ПК до комутованих телефонних каналів зв'язку. Характеризуються продуктивністю (біт/с), підтримуваним протоколом зв'язку і коректування помилок і шинним інтерфейсом (для внутрішніх).

Контрольні питання:

1. Які основні характеристики ArcGIS?
2. Які основні характеристики Geo Media?
3. Які основні характеристики Autodesk Map 3D?
4. Які основні характеристики MapInfo Professional?
5. Які основні характеристики Digitals/Delta?
6. Які основні характеристики ObjectLand?
7. Охарактеризуйте сучасний стан застосування програмного забезпечення ГІС в аграрних університетах України
8. Які основні характеристики Mathcad?
9. Які основні апаратні компоненти ГІС і ПК?
10. Що відноситься до ЗПП?
11. Що являє собою сучасний ПК?
12. Для чого потрібний апаратний інтерфейс?
13. Описати функції флеш – пам'яті.
14. Що розуміється під ємністю дискети?
15. Для чого потрібні магнітооптичні пристрої?
16. Охарактеризувати особливості кеш – пам'яті.

3. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ

3.1. Вимоги до систем управління базами даних

Технологія обробки даних вимагає спільного функціонування геоінформаційної підтримки ГІС зі спеціальним чином організованою багатошаровою картографічною інформацією, тематичними базами даних і блоком математичних моделей. Наприклад, концептуально геоінформаційна система оцінки агрохімічного стану ґрунтів складається з інтегрованого атрибутивно – картографічного банку даних і блоку математичного моделювання. Об'єднуючим ядром цих систем є комплекс геоінформаційних систем і система управління базами даних (СУБД).

Програмне забезпечення для створення цифрових карт і планів, створюється за допомогою Digitals 6.0 і ArcGIS 9.1 для Windows 95/98/2000/NT.

Digitals дозволяє проводити збір векторної інформації по растрових зображеннях (ручну векторизацію). Можливий збір з відсканованих карт/планів, аерознімків або космічних знімків центральної і панорамної проекцій.

ArcGIS є системою програм, що масштабується, для створення, управління, інтеграції, аналізу і розповсюдження географічних даних на будь-якому рівні, від індивідуума до величезної розподіленої корпорації. Версія 9.1 являє собою повнофункціональну інтегровану систему, розроблену з урахуванням побажань широкого кола користувачів.

Система управління базами даних базується на використанні певної моделі даних, яка відображає взаємозв'язок між об'єктами. У застосованій моделі даних об'єкти та взаємозв'язок між ними подано за допомогою таблиць (реляційна модель даних). Взаємозв'язки також розглядаються як об'єкти. Застосована модель даних (СУБД) повинна задовольняти таким умовам:

- база даних повинна легко розширюватися при реорганізації та розширенні предметної зони;
- база даних має легко змінюватися при зміні програмного та апаратного забезпечення;
- дані до включення їх у базу даних слід перевіряти на достовірність;
- доступ до даних, які розміщуються в базі даних, повинні мати лише особи з відповідними повноваженнями;
- дані мають розміщуватись у форматах, доступних для застосованої ГІС.

Бази даних (БД) - це сукупність відомостей (про реальні об'єкти, процеси, події або явища), що відносяться до певної теми або задачі, організована так, щоб забезпечити зручне представлення цієї сукупності як в цілому, так і будь-якої її частини.

Реляційна база даних (РБД) є безліччю взаємозв'язаних таблиць, кожна з яких містить інформацію про об'єкти певного типу. Кожен рядок таблиці включає дані про один об'єкт (наприклад, клієнти, автомобілі, документи), а стовпці таблиці містять різні характеристики цих об'єктів - атрибути (наприклад, найменування і адреси клієнтів, марки і ціни автомобілів). Рядки таблиці називаються записами; всі записи мають однакову структуру - вони складаються з полей, в яких зберігаються атрибути об'єкту. Кожне поле запису містить одну характеристику об'єкту і має строго певний тип даних (наприклад, текстовий рядок, число, дата). Всі записи мають одні і ті ж поля, тільки в них містяться різні значення атрибутів.

3.2. Формування бази даних для моделювання та прогнозування в ГІС

3.2.1. Програма Access для створення баз даних

Просторово організована інформація як основа інформаційної бази ГІС, пред'являє ряд специфічних вимог до форм відображення як картографічних (електронні версії), так і атрибутивних даних (реляційні бази даних або таблиці).

Найбільш поширеною програмою, яка конструює і управляє базами даних, є програма Access. Використовування Access для зберігання і пошуку даних, представлення інформації в зручному вигляді і автоматизації вирішення задач, що повторюються. За допомогою Access здійснюється розробка простих і зручних форм введення даних, обробка даних і генерація складних звітів.

Перш ніж створювати таблиці, форми та інші об'єкти необхідно задати структуру бази даних. Раціональна структура бази даних є основою для створення адекватної вимогам, ефективної бази даних.

Програма **Access** має ряд унікальних можливостей, таких як уміння зводити воєдино інформацію з самих різних джерел (електронних таблиць, текстових файлів, інших баз даних), представлення даних в зручному для користувача вигляді за допомогою таблиць, діаграм, звітів, інтеграція з іншими компонентами Microsoft Office. Access це інструментом, який може задовольнити потреби самих різних категорій користувачів: від новачка, якому подобається дружній інтерфейс системи, що дозволяє йому справитися із задачами, до професійного розробника, який має весь необхідний інструментарій для побудови унікального моделей і створення різних прогнозів.

3.2.2. Етапи проектування бази даних в Access 2000

1. Визначте мету створення бази даних, основні її функції та інформацію, яку вона повинна містити. База даних повинна відповідати вимогам тих, хто безпосередньо з нею працюватиме. Для цього потрібно визначити задачі (теми), які повинна вирішувати база даних; звіти, які вона повинна видавати; проаналізувати форми, які зараз використовуються для запису даних, порівняти створювану базу даних з добре спроектованою, подібною їй базою.

2. Розробіть на папері структуру таблиць, які повинна містити база даних. При проектуванні таблиць, рекомендується керуватися наступними основними принципами:

Інформація в таблиці не повинна дублюватися. Не повинно бути повторень і між таблицями. Коли певна інформація зберігається тільки в одній таблиці, то і змінювати її доведеться тільки в одному місці. Це робить роботу ефективнішою, а також виключає можливість неспівпадання інформації в різних таблицях. Наприклад, в одній таблиці повинні міститися адреси і телефони клієнтів.

Кожна таблиця повинна містити інформацію тільки на одну тему. Відомості на кожную тему обробляються набагато легше, якщо містяться вони в незалежних один від одного таблицях. Наприклад, адреси і замовлення клієнтів зберігаються в різних таблицях, з тим, щоб при видаленні замовлення інформація про клієнта залишилася в базі даних. Як приклада для меліорації, слід відмітити, що доцільно розміщати дані про дренажний стік в одній таблиці, а про хімічний склад дренажних вод – у другій.

3. Визначте необхідні в таблиці поля. Кожна таблиця містить інформацію на окрему тему, а кожне поле в таблиці містить окремі відомості по темі таблиці. Наприклад, в таблиці з даними про клієнта можуть міститися поля з назвою компанії, адресою, містом, країною і номером телефону. При розробці полей для кожної таблиці необхідно пам'ятати:

- кожне поле повинне бути пов'язане з темою таблиці;
- не рекомендується включати в таблицю дані, які є результатом виразу (сума, різниця, середнє значення);
- у таблиці повинна бути розміщена вся необхідна інформація;
- інформацію слід розбивати на якнайменші логічні одиниці (Наприклад, поля "Ім'я" і "Прізвище", а не загальне поле "Ім'я").

4. Задайте ключове поле. Для того, щоб Microsoft Access міг зв'язати дані з різних таблиць, наприклад, дані про клієнта і його замовлення, кожна таблиця повинна містити поле або набір полей, які задаватимуть індивідуальне значення кожного запису в таблиці. Таке поле або набір полей називають основним (первинним) ключем.

5. Визначте зв'язки між таблицями. Після розподілу даних по таблицях і визначення ключових полей необхідно вибрати схему для

зв'язку даних в різних таблицях. Для цього потрібно визначити зв'язки між таблицями.

6. Ще раз проглянете структуру бази даних і виявите можливі недоліки. Слід уточнити одиниці виміру вивчених показників. Бажано це зробити на етапі, поки таблиці ще не заповнені даними.

7. Додайте дані і створіть інші об'єкти бази даних. Якщо структури таблиць відповідають поставленим вимогам, то можна вводити всі дані і нарисувати їх. Потім можна створювати будь-які запити, форми, звіти, макроси і модулі.

8. Використовуйте засоби аналізу в Microsoft Access. У Microsoft Access існує два інструменти для удосконалення структури баз даних. Майстер аналізу таблиць досліджує таблицю, у разі потреби пропонує нову її структуру і зв'язки, а також переробляє її. Аналізатор швидкодії досліджує всю базу даних, дає рекомендації щодо її покращення, а також здійснює їх.

3.2.3. Функції СУБД

Для роботи з даними використовуються **системи управління базами даних (СУБД)**. Основні функції СУБД - це визначення даних (опис структури баз даних), обробка даних, створення моделей, управління даними для подальшого прогнозування.

Перш ніж заносити дані в таблиці, потрібно визначити структуру цих таблиць. Під цим розуміється не тільки опис найменувань і типів полей, але і ряд інших характеристик (наприклад, формат, критерії перевірки даних, що вводяться). Окрім опису структури таблиць, звичайно задаються зв'язки між таблицями. Зв'язки в реляційних базах даних визначаються по збігу значень полей в різних таблицях. Наприклад, клієнти і замовлення зв'язані відношенням *"один-до-багатьох"*, оскільки одному запису в таблиці, що містить відомості про клієнтів, може відповідати декілька записів в таблиці замовлень цих клієнтів. Якщо ж розглянути відношення між викладачами і курсами лекцій, які вони читають, це буде відношення *"багато-до-багатьох"*, оскільки один викладач може читати декілька курсів, але і один курс може читатися декількома викладачами. І останній тип зв'язків між таблицями - це відношення *"один-до-одного"*. Такий тип відносин зустрічається набагато рідше. Як правило, це буває в двох випадках: запис має велику кількість полей, і тоді дані про один тип об'єктів розносяться по двох зв'язаних таблицях, або потрібно визначити додаткові атрибути для деякої кількості записів в таблиці, тоді створюється окрема таблиця для цих додаткових атрибутів, яка зв'язується відношенням *"один-до-одного"* з основною таблицею.

Будь-яка СУБД дозволяє виконувати чотири прості операції з даними:

- додавати в таблицю один або декілька записів;
- видаляти з таблиці один або декілька записів;
- обновляти значення деяких полей в одній або декількох записах;
- знаходити одну або декілька записів, що задовольняють заданій умові.

Для виконання цих операцій використовується механізм **запитів**. Результатом виконання запитів є або відібрана по певних критеріях безліч записів, або зміни в таблицях. Запити до бази формуються на спеціально створеній для цього мові, яка так і називається **мова структурованих запитів (SQL - Structured Query Language)**.

І остання функція СУБД - це **управління даними**. Під управлінням даними звичайно розуміють захист даних від несанкціонованого доступу, підтримку розрахованого на багато користувачів режиму роботи з даними і забезпечення цілісності і узгодженості даних.

Захист від несанкціонованого доступу звичайно дозволяє кожному користувачу бачити і змінювати тільки ті дані, які йому дозволено бачити або міняти. Засоби, що розраховані на роботу багатьох користувачів, не дозволяють декільком користувачам одночасно змінювати одні і ті ж дані. Засоби забезпечення цілісності і узгодженості даних не дають виконувати такі зміни, після яких дані можуть виявитися неузгодженими.

3.2.4. Приклад створення БД в гідромеліорації та можливості БД

Розглянемо приклад бази даних, створеної за допомогою MS Access, яка має назву "Хімічний склад води скидного колектору ОС-1" закритої чекової системи (Херсонська область, Скадовський район) та її можливості.

База даних включає в себе таблицю з первинними даними якості скидної води, статистичну обробку кожного з її показників, базу знань, графіки, що відображають динаміку кожного показника та створення ліній тренду.

Відкривши файл MS Access "Хімічний склад води", з'являється головна кнопкова форма, на якій відображено всі вище наведенні складові бази даних (рис. 3.1).

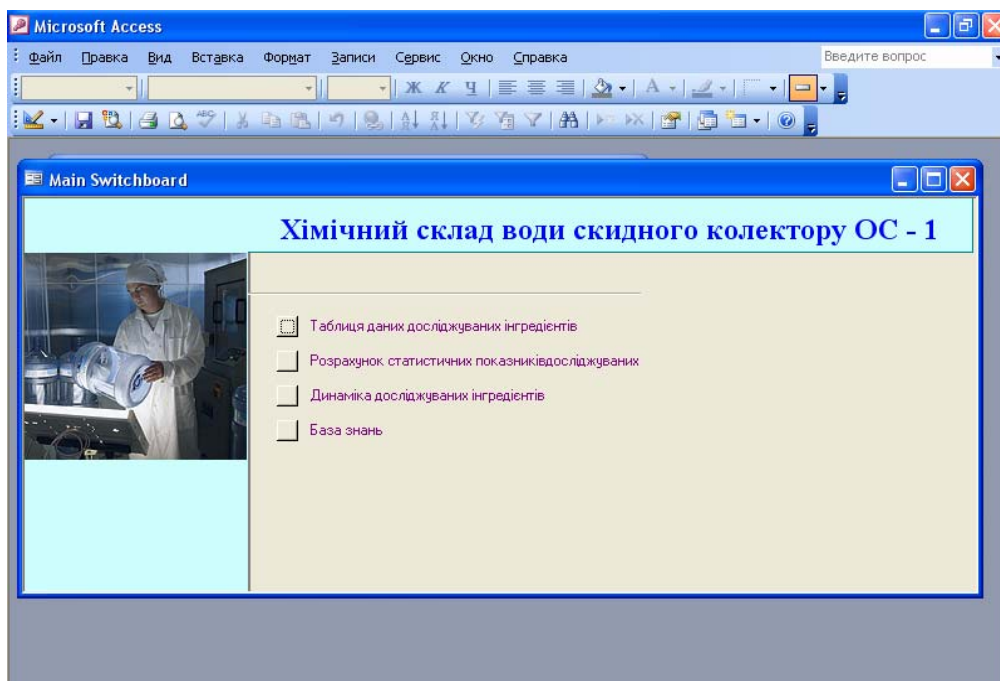


Рис. 3.1. Головна кнопкова форма бази даних

Розглянемо більш детально кожен із складових бази даних.

Таблиця даних досліджуваних інгредієнтів – "костяк" БД, тобто це первинні дані, які ми будемо аналізувати для створення моделей і прогнозів якості води. Таблиця включає в себе всі показники з 1999 по 2007 р., які характеризують якість води (мінералізацію, рН, вміст завислих речовин, лужність, амоній, азот амонійний, нітрати, азот нітратний, хлориди, фосфати та ін) (рис. 3.2).

Роки	Мінералізація	Завислі	рН	Лужність	Амоній	Азот амоній	Нітрати	Азот нітратний	Нітрити	Азот нітритний	Сульфат	Сульфат
18.05.1999	656,0	7,4	8,10	4,4	0,300	0,230	6,23	1,410	0,040	0,013	486,6	
08.07.1999	606,0	2,5	7,84	4,7	0,380	0,290	2,48	0,560	0,053	0,017	309,0	
01.09.1999	640,0	7,2	8,24	4,7	0,250	0,190	11,40	2,570	0,011	0,003	286,4	
17.05.2000	762,1	7,5	7,43	4,5	0,340	0,265	11,30	2,550	0,030	0,010	337,1	
25.07.2000	654,0	7,5	7,04	4,6	0,240	0,186	0,87	0,200	0,060	0,020	220,0	
19.09.2000	750,0	6,2	7,33	4,7	0,222	0,173	2,69	0,610	0,040	0,013	274,3	
30.05.2001	678,0	9,1	8,05	4,8	0,188	0,150	4,10	0,930	0,045	0,015	129,2	
17.07.2001	554,2	7,2	8,10	5,1	0,325	0,250	2,26	0,510	0,005	0,002	128,8	
04.09.2001	842,0	11,8	7,66	5,0	0,410	0,320	1,17	0,260	0,000	0,000	110,0	
15.05.2002	900,0	7,8	6,80	5,0	0,630	0,490	4,43	1,000	0,009	0,003	485,3	
12.08.2002	631,4	1,0	7,10	4,8	0,540	0,420	5,31	1,200	0,090	0,030	274,0	
23.09.2002	805,7	1,0	7,06	4,7	0,130	0,100	8,33	1,880	0,096	0,032	236,6	
09.07.2003	748,0	0,1	7,40	6,2	0,360	0,290	8,87	2,000	0,030	0,010	190,4	
26.08.2003	694,1	0,1	7,71	5,9	0,165	0,130	4,92	1,110	0,040	0,013	253,9	

Рис. 3.2. Таблиця даних досліджуваних інгредієнтів

Розрахунок статистичних показників досліджуваних інгредієнтів. В даній формі містяться статистичні розрахунки всіх показників (рис.3.3), такі як:

- середнє арифметичне;
- середнє квадратичне відхилення;
- коефіцієнт варіації;
- середньоквадратична похибка середнього;
- відносна похибка середнього;
- надійний інтервал для середнього (точність 95%);
- розмах варіювання.

Розрахунок даних статистичних показників здійснюється в програмі автоматично, тому при доданні кожного із інгредієнтів якості води показники будуть перераховуватися самостійно, без втручання користувача.

Розрахунок статистичних показників досліджуваних інгредієнтів

Середнє арифметичне		Середнє квадратичне відхилення		Коефіцієнт варіації	
Мінералізація	745,1428	Мінералізація	148,0985	Мінералізація	19,87518 %
Завислі	4,914286	Завислі	3,273727	Завислі	66,61653 %
pH	7,548095	pH	0,436207	pH	5,77903 %
Лужність	5,295238	Лужність	0,704611	Лужність	13,3065 %
Амоній	0,266667	Амоній	0,139320	Амоній	52,2451 %
Азот амонійний	0,207714	Азот амонійний	0,108235	Азот амонійний	52,10741 %
Нітрати	4,508333	Нітрати	3,174835	Нітрати	70,42148 %
Азот нітратний	1,018238	Азот нітратний	0,715826	Азот нітратний	70,30047 %
Нітриги	0,033571	Нітриги	0,026273	Нітриги	78,25924 %
Азот нітригний	0,011095	Азот нітригний	0,008734	Азот нітригний	78,72244 %
Сульфати	228,9762	Сульфати	109,1237	Сульфати	47,65724 %
Хлориди	267,2238	Хлориди	269,686	Хлориди	100,9214 %
Фосфати	0,129667	Фосфати	0,102129	Фосфати	78,76310 %
Залізо	0,105952	Залізо	0,046627	Залізо	44,00721 %
БСК - 5	2,251905	БСК - 5	1,019694	БСК - 5	45,28141 %
ХСК	31,03333	ХСК	18,44951	ХСК	59,45062 %
Нафтопродукти	0,022524	Нафтопродукти	0,019020	Нафтопродукти	84,44415 %

Середньоквадратична похибка середнього		Відносна похибка середнього		Надійний інтервал для середнього точність 95%	
Мінералізація	11,8152	Мінералізація	1,5985	Мінералізація	19,87518 %
Завислі	2,2186	Завислі	6,61653	Завислі	66,61653 %
pH	0,0000	pH	0,436207	pH	5,77903 %
Лужність	0,0000	Лужність	0,704611	Лужність	13,3065 %
Амоній	0,0000	Амоній	0,139320	Амоній	52,2451 %
Азот амонійний	0,0000	Азот амонійний	0,108235	Азот амонійний	52,10741 %
Нітрати	0,0000	Нітрати	3,174835	Нітрати	70,42148 %
Азот нітратний	0,0000	Азот нітратний	0,715826	Азот нітратний	70,30047 %
Нітриги	0,0000	Нітриги	0,026273	Нітриги	78,25924 %
Азот нітригний	0,0000	Азот нітригний	0,008734	Азот нітригний	78,72244 %
Сульфати	0,0000	Сульфати	109,1237	Сульфати	47,65724 %
Хлориди	0,0000	Хлориди	269,686	Хлориди	100,9214 %
Фосфати	0,0000	Фосфати	0,102129	Фосфати	78,76310 %
Залізо	0,0000	Залізо	0,046627	Залізо	44,00721 %
БСК - 5	0,0000	БСК - 5	1,019694	БСК - 5	45,28141 %
ХСК	0,0000	ХСК	18,44951	ХСК	59,45062 %
Нафтопродукти	0,0000	Нафтопродукти	0,019020	Нафтопродукти	84,44415 %

Рис.3.3. Розрахунок статистичних показників досліджуваних інгредієнтів

Для користувачів, що хочуть знати, як розраховується кожен із статистичних показників і для чого він потрібен, була створена база знань. Її можна відкрити в головній кнопковій формі (рис. 3.4, 3.5, 3.6), натиснувши в формі "Розрахунок статистичних показників досліджуваних інгредієнтів" на назву потрібного показника (рис. 3.7).

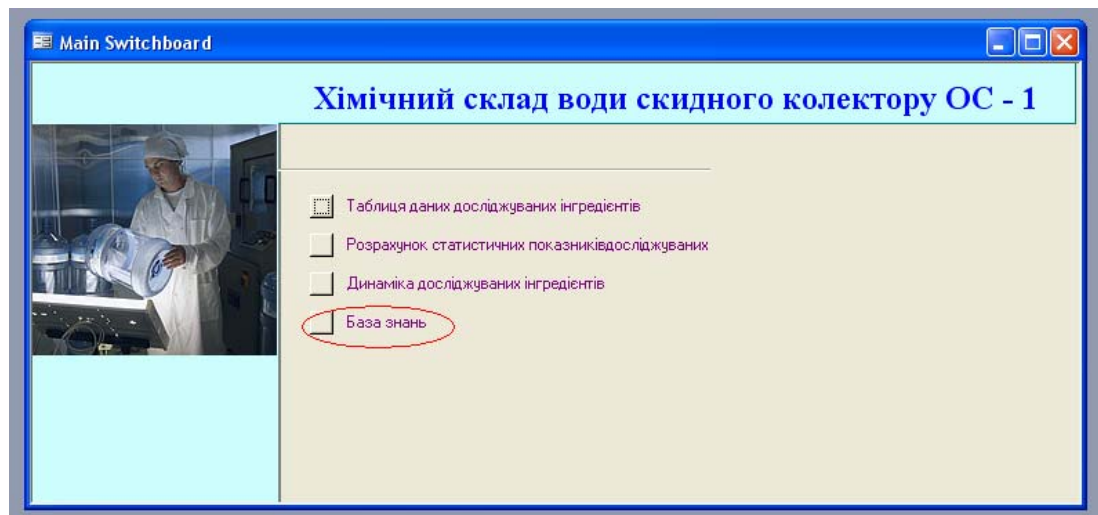


Рис. 3.4. Головна кнопкова форма

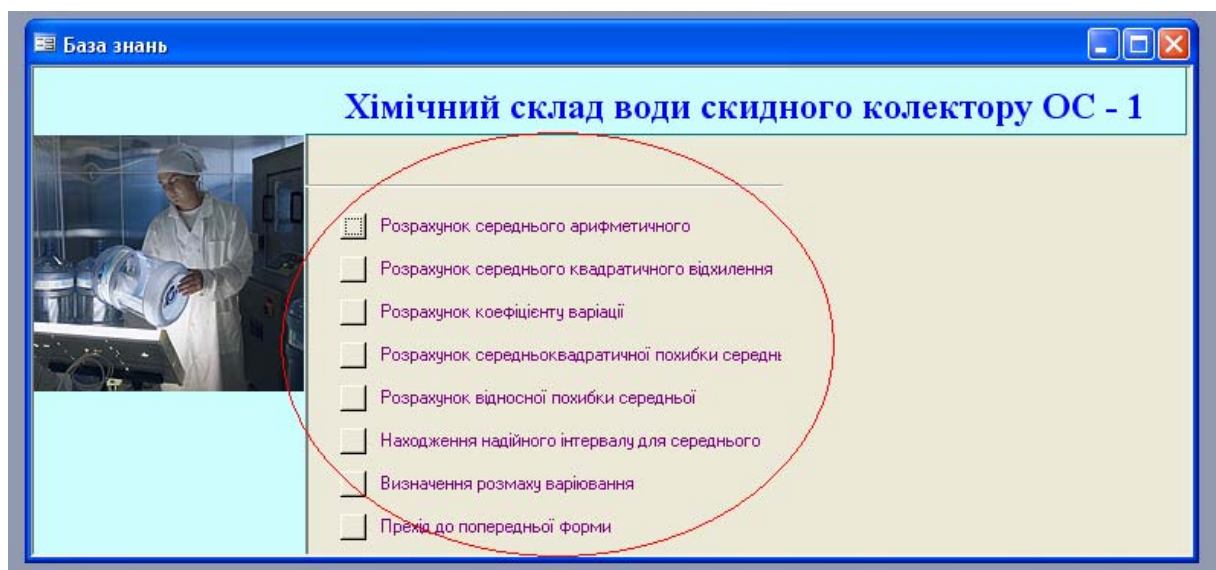


Рис. 3.5. Кнопкова форма бази знань

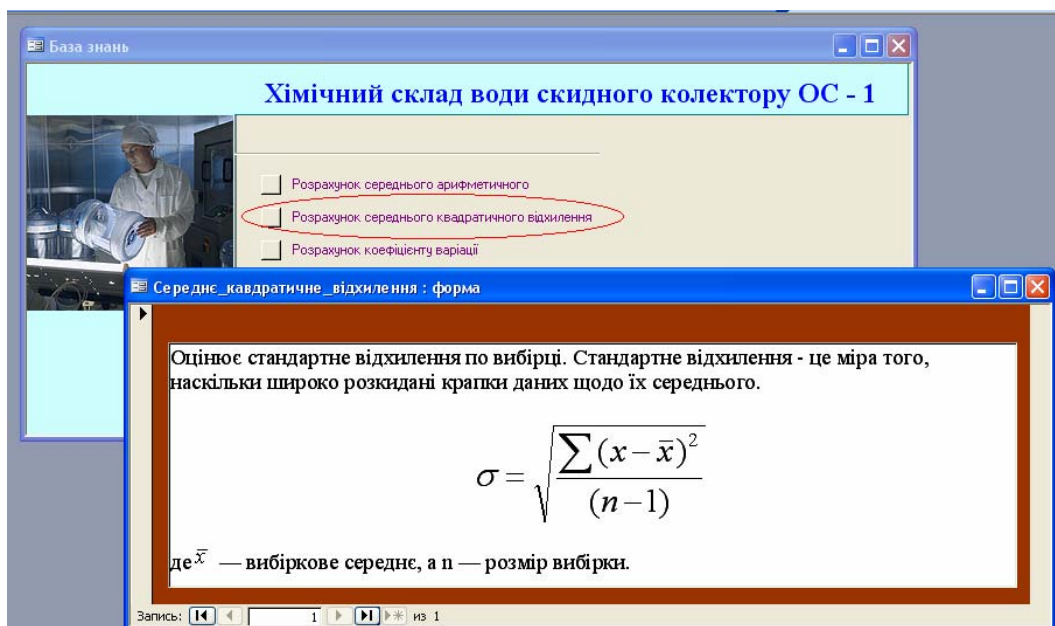


Рис. 3.6. Приклад як розраховується середнє квадратичне відхилення

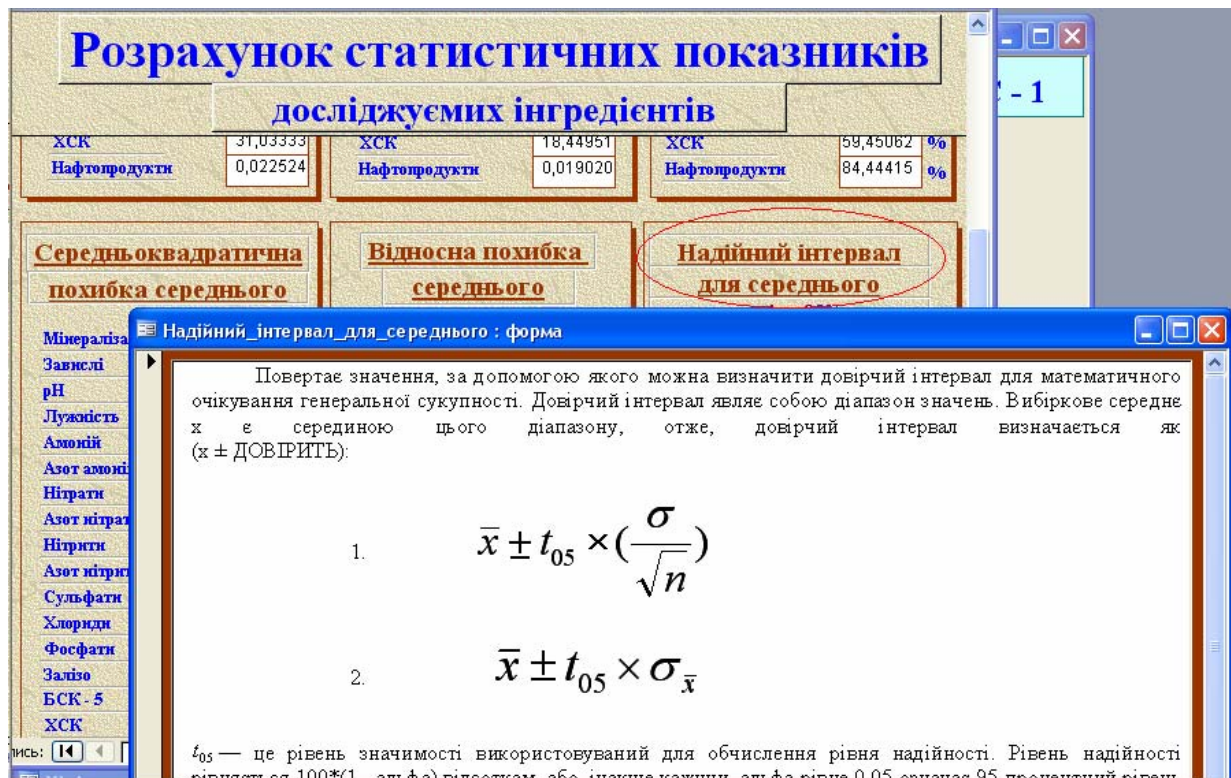


Рис. 3.7. Приклад переходу до бази знань по певному статистичному показнику в формі "Розрахунок статистичних показників досліджуваних інгредієнтів"

Динаміка досліджуваних інгредієнтів. Показано графічно зміни кожного досліджуваного інгредієнта в часі (рис. 3.8, 3.9).

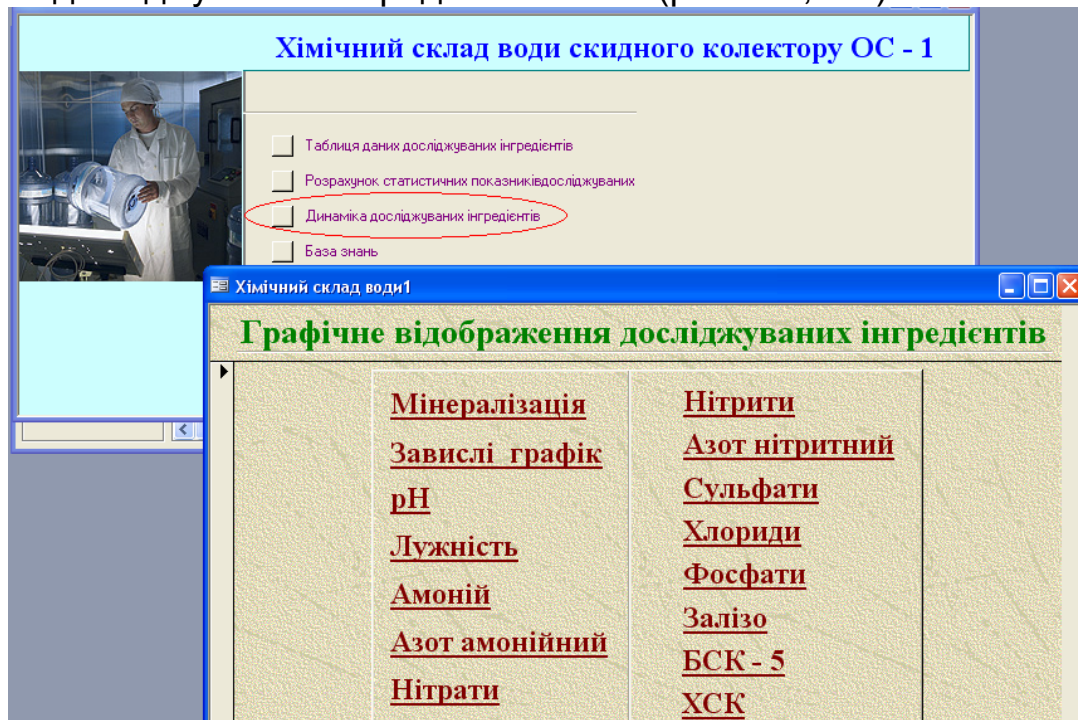


Рис. 3.8. Форма перерахованих інгредієнтів, що відображенні графічно

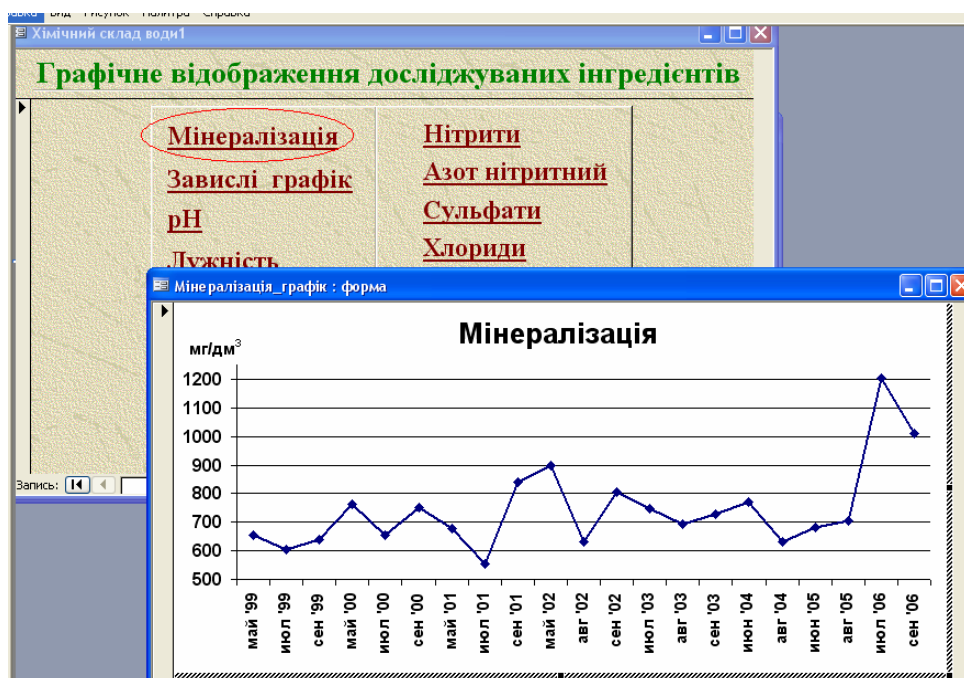


Рис. 3.9. Динаміка мінералізації

Після перегляду динаміки будь-якого показника, ми можемо наглядно спостерігати, як змінювався їх вміст у скидній воді. Важливим також є те, що при доданні нового інгредієнту, його графік буде автоматично дорисовуватися.

На даному графіку ми можемо також додати лінію тренду, яка буде змінюватися залежно від додавання нових даних по певному показнику. Виходячи із даного графіку можемо створити прогноз щодо поведінки інгредієнтів надалі (рис. 3.10, 3.11).



Рис. 3.10. Прогнозування зміни мінералізації скидної води від періодичності на 1,5 періоду вперед (лінійна модель)



Рис. 3.11. Прогнозування зміни мінералізації скидної води від періодичності на 1,5 періоду вперед (поліноміальна модель)

3.2.5. Застосування ArcGis при формуванні баз даних і моделюванні вивчаємих процесів

Поряд з програмним забезпеченням **Access** для створення баз даних, їх аналізу і моделювання процесів можливе використання програмного забезпечення ArcGis.

Програмне забезпечення ArcGis надає такі можливості, в т.ч. і додаткові:

1. Візуалізація (створення карт);
2. Статистична обробка даних;
3. Побудова графіків, моделей, прогнозів;
4. Прив'язка графічного матеріалу до картографічної основи.
5. Надає можливості імпорту даних з інших баз даних до себе (Access, Excel).
6. Дозволяє здійснювати пошаровий аналіз картографічного матеріалу (аналіз і синтез).

ArcGis являє собою універсальний інструмент для побудови карт і підготовки даних для прийняття оптимальних технічних управлінських рішень.

3.3. Проектування ГІС для екологічної оптимізації ландшафту

Взаємовідносини людини і природи, особливо землі як основи її життєдіяльності, відносяться до найважливіших проблем сучасності. Актуальною є також проблема соціального використання, охорони та відтворення родючості земельних ресурсів. Земельні ресурси – важливий елемент продуктивних сил суспільного виробництва, вони є головним засобом виробництва, знаряддям, предметом і, частково, продуктом праці [1].

Ландшафт – відносно однорідні ділянки земної поверхні, які відрізняються структурою, характером взаємозв'язку і взаємодії між його морфологічними частинами і природними компонентами. Ландшафт безперервно змінюється. Розвиток ландшафту може стимулюватися як зовнішніми причинами (тектонічними явищами, кліматичними змінами, багаторічним впливом зрошення), так і внутрішніми причинами (саморозвитком, у механізмі якого особливу роль відіграє еволюція рослинного покриву і його взаємодія з абіотичними компонентами). Приклад, з початком зрошення на півдні України відбулася зміна рослинного покриву, що пов'язана із впровадженням зрошуваних сівозмін на звичайних та рисових зрошувальних системах. Це суттєво вплинуло не тільки на ґрунтовий покрив але і на інші компоненти степових ландшафтів, еколого – меліоративну стійкість земель [2].

В зв'язку з цим є потреба до створення методологічних і методичних засад щодо оцінки та ефективного використання агроландшафту.

В умовах формування ринкової економіки, радикальних змін у земельних відносинах особливо виділяється роль регіону як адміністративного і господарського компонента держави. Поділ держави на регіони автоматично передбачає можливість здійснення регіональної політики вищестоящими органами управління агроландшафту. Звідси витікає, що регіональну політику проводять не тільки органи державної влади але й органи міського самоврядування, які мають на своїй території дрібніші територіальні утворення.

Еколого–господарська ефективність використання агроландшафтів Причорноморського (Південного) регіону України як цілісної територіальної системи може бути висвітлена у внутрішньорегіональному аспекті, зокрема в межах окремих адміністративно–територіальних одиниць (областей, районів). Тому є потреба у проведенні досліджень щодо ефективності використання, відтворення і збереження ландшафту Херсонської області в районному розрізі.

Дане завдання базується на головних принципах земельного законодавства: поєднання особливостей використання землі як територіального базису, природного ресурсу і основного засобу виробництва; забезпечення раціонального використання та охорони земель; пріоритету вимог екологічної безпеки [1].

Стан вивчення проблеми. Вивченню проблеми екологічної стійкості території та підвищення ефективності використання земельних ресурсів, в різних аспектах, присвячені праці багатьох вчених: Третьяка А.М., Сохнича А.Я., Данилишина Б.М., Дорогунцова С.І., Собка О.О., Медведєва В.В. та ін. [2-6]. В працях названих вчених досліджені критерії та системи показників економічної, екологічної та соціальної ефективності використання земельних ресурсів, ландшафтів, ґрунтів, шляхи більш раціонального їх використання. Проте, слід відмітити, в сучасних умовах функціонування нових організаційних форм господарювання в аграрній сфері, формування ринкових взаємовідносин між державою та підприємствами, значного погіршення екологічного стану земельних ресурсів постає нагальна потреба в розвитку нових напрямів наукових досліджень.

Метою даного дослідження є висвітлення теоретичних основ, екологічне обґрунтування, розробка механізмів та практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності використання земель з використанням ГІС – технологій.

Завдання досліджень. Реалізацію поставленої мети передбачено досягти на основі вирішення таких завдань:

- висвітлення сутності екологічної стійкості земельних ресурсів та обґрунтування системи показників оцінки;
- дослідження сучасного стану земельних ресурсів, їх структури;
- визначення екологічної стійкості земельних ресурсів та оцінка ступеню впливу на неї різних факторів;
- визначення і обґрунтування пропозицій щодо підвищення екологічної стійкості земельних ресурсів.

Об'єктом досліджень є земельні ресурси Херсонської області, а **предметом** – їх територіальний стан і розвиток.

Об'єктом досліджень є ландшафти Херсонської області, а предметом досліджень – їх територіальний стан, розвиток, антропогенна змінність.

Інформаційною базою дослідження послужили матеріали Херсонського обласного управління статистики, обласного управління земельних ресурсів Херсонської області.

Характеристика стану земельно фонду. За даними державного земельного кадастру (форма 6 - зем), площа земель Херсонської області станом на 01.01.2006 р. становить 2846,1 тис. га (табл. 3.1).

Землями сільськогосподарського призначення визначаються землі, надані для виробництва сільськогосподарської продукції, здійснення сільськогосподарської науково – дослідної та навчальної діяльності, розміщення відповідної виробничої інфраструктури або призначені для цих цілей [1]. До земель сільськогосподарського призначення належать: сільськогосподарські угіддя (рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища), несільськогосподарські угіддя (господарські будівля і двори, господарські шляхи і прогони, землі меліоративного будівництва) (табл. 3.2) [1].

Землі сільськогосподарського призначення в структурі земельного фонду складають 2033,7 тис. га (71,5 % від загальної площі області) (табл. 3.1). В тому числі орні землі складають 1776,2 тис. га (87,3 % площі сільськогосподарських земель), багаторічні насадження – 27,4 тис. га (1,4 %), сіножаті – 10,2 тис. га (0,5 %), пасовища – 156,6 тис. га (7,7 %). Використання зрошуваних земель в Херсонській області надано в табл. 3.3.

До земель сільськогосподарського призначення також відносяться площі під господарськими будівлями і дворами – 31,5 тис. га (1,6 %), під господарськими шляхами і прогонами – 22,9 тис. га (1,1 %) та землі меліоративного будівництва – 8,9 тис. га (0,4 %) (табл. 3.2).

До земель лісового фонду належать землі, вкриті лісовою рослинністю, а також не вкриті лісовою рослинністю, нелісові землі, які надані та використовуються для потреб лісового господарства [1]. Ліси та інші лісовкриті землі займають 151,4 тис. га (5,3 % від загальної площі області) (табл. 3.1).

До забудованих земель (землі житлової і громадської забудови) відносять земельні ділянки в межах населених пунктів, які використовуються для розміщення житлової забудови, громадських будівель і споруд, інших об'єктів загального користування [1]. Забудовані землі складають 70,3 тис. га (2,5 %).

Заболочені землі складають 31,3 тис. га (1,1 %), сухі відкриті землі з особливим рослинним покривом та відкриті землі без рослинного покриву – 128,9 тис. га (4,5 %), під водою – 430,5 тис. га (15,1 %) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Структура земельного фонду Херсонської області станом на 01.01.2006 р.

(за даними обласного управління земельних ресурсів)

№ п/п	Назва угідь	Площа, тис. га	Питома вага, %
1.	Сільськогосподарські землі	2033,7	71,5
2.	Ліси та інші лісовкриті площі	151,4	5,3
3.	Забудовані землі	70,3	2,5
4.	Заболочені землі	31,3	1,1
5.	Сухі відкриті землі з особливим рослинним покривом	15,7	4,5
6.	Відкриті землі без рослинного покриву	113,2	
7.	Води	430,5	15,1
Всього земель		2846,1	100

Таблиця 3.2 – Сільськогосподарські землі Херсонської області
станом на 01.01. 2006 р.
(за даними обласного управління земельних ресурсів)

№ п/п	Сільськогосподарські землі	Площа, тис. га	Питома вага, %
1.	1. Сільськогосподарські угіддя, всього:	1970,4	
	- 3 них рілля	1776,2	87,3
	<i>В тому числі рілля зрошувана</i>	425,7	
	- Багаторічні насадження, всього:	27,4	1,4
	<i>в тому числі садів</i>	16,3	
	<i>виноградників</i>	9,0	
	<i>інших багаторічних</i>	2,1	
	- Сіножаті	10,2	0,5
	- Пасовища	156,6	7,7
2.	Несільськогосподарські угіддя:		
	Під господарськими будівлями і дворами	31,5	1,6
	Під господарськими шляхами і прогонами	22,9	1,1
	Землі меліоративного будівництва	8,9	0,4
Всього земель:		2033,7	100

Таблиця 3.3 – Використання зрошуваних земель (01.01.2006 р.)

№ п/п	Найменування показників	Площа, тис. га	Питома вага, %
1.	Використано зрошуваних земель для вирощування сільгосппродукції, всього	380,6	89
	3 них: <i>рілля</i>	371,1	98
	<i>багаторічні насадження</i>	6,2	2
	<i>сіножаті</i>	0	0
	<i>пасовища</i>	3,3	1
	<i>присадибні ділянки селян, робітників та службовців, оренда, паї</i>	0	0
2.	Не використано зрошуваних земель для вирощування сільгосппродукції, всього	45,1	11
	3 них (причини):		
	<i>засолення та заболочення</i>	0	0
	<i>меліополя</i>	45,1	100
	<i>введення в експлуатацію в поточному році після закінчення реконструкції</i>	0	0
	<i>затоплення повенежими водами</i>	0	0
Наявність зрошуваних земель, разом		425,7	100

Методологія та методика досліджень. Важливою методологічною і методичною проблемою оцінки ефективності землекористування є визначення величини цієї оцінки. В дослідженнях доцільно використовувати такі масштабні аспекти: земельну територію; сільськогосподарські угіддя; орні землі; багаторічні насадження та інші види земельних ресурсів.

Для прогнозування майбутнього стану зрошуваних ландшафтів необхідні знання про агроландшафт і урахування наряду його розвитку. Це слід враховувати при організації і веденні еколого – меліоративного моніторингу, проектуванні зрошуваних систем, аналізі гідрогеолого – меліоративного стану території, заходів щодо використання та відтворення агроландшафту.

Для оцінки антропогенного перетворення агроландшафтів широке застосування отримав коефіцієнт екологічної стабільності території. Коефіцієнт екологічної стабільності території характеризує рівень інтенсивного використання землі.

Загальний коефіцієнт екологічної стабільності території ($K_{ек.ст}$) розраховується за формулою 3.1:

$$K_{ек.ст} = \frac{\sum K_{1i} \times P_i}{\sum P_i} \times K_p \quad (3.1)$$

де $K_{ек.ст}$ – коефіцієнт екологічної стабільності території;

K_{1i} – коефіцієнт екологічної стабільності угідь i – го виду;

P_i – площа угідь i – го виду;

K_p – коефіцієнт морфологічної стабільності рельєфу ($K_p = 1$ – для стабільних територій, область цілком розміщена в степовій зоні).

Коефіцієнти екологічної стабільності угідь i – го виду наведені в табл. 3.4, а шкала градації величини загального коефіцієнта екологічної стабільності – в табл. 3.5.

Таблиця 3.4 - Нормативна величина коефіцієнтів екологічної стабільності земельних угідь

Вид угіддя	Коефіцієнт екологічної стабільності території (K_1)
Забудована територія і дороги	0,00
Рілля	0,14
Виноградники	0,29
Лісосмуги	0,38
Фруктові сади, чагарники	0,43
Городи	0,50
Сіножаті	0,62
Пасовища	0,68
Ставки та болота природного походження	0,79
Ліси природного походження	1,00

Таблиця 3.5 - Шкала градації величини коефіцієнта екологічної стабільності території

Екологічна стабільність території	Величина коефіцієнта екологічної стабільності території ($K_{ек.ст}$)
Нестабільна	<0,33
Нестійко стабільна	0,34-0,50
Середньо стабільна	0,51-0,66
Стабільна	>0,67

Коефіцієнти екологічної стабільності території. Як еталон з присвоєнням найбільшого коефіцієнту екологічної стабільності (1,00) прийнято ліси природного походження (табл. 3.4). Ліс є ефективним засобом охорони і поліпшення навколишнього середовища. Завдяки захисним властивостям лісові насадження сприяють поліпшенню водного режиму території, припиненню ерозійних процесів, підвищенню врожайності сільськогосподарських культур [4, 8].

Площа земель під водою (ставки та болота природного походження) за належним захистом водоохоронних зон не є фактором дестабілізує екологічну ситуацію, але разом з тим за значною величиною цього фактору необхідні додаткові протиерозійні заходи, навіть при відсутності антропогенної діяльності [6] – коефіцієнт екологічної стабільності дорівнює 0,79 (табл. 3.4).

Пасовища, сіножаті, виноградники та інші – сільськогосподарські угіддя, які є відносно стабільними – коефіцієнт екологічної стабільності 0,29 – 0,68. Роль цих факторів очевидна та не потребує допоміжних коментарів.

Рілля. Зі збільшенням площ ріллі загроза ерозійних процесів, міграції та розповсюдження токсикантів збільшується [6]. В той же час зменшуються можливості ґрунту протистояти впливу негативних процесів – коефіцієнт екологічної стабільності – 0,14.

Інші землі (забудована територія, дороги, відкриті землі тощо) – коефіцієнт екологічної стабільності – 0,00. Прокоментувати відповідний ранг можна словами Можейко Г.А. "... географическая среда (ландшафт), возникшая без вмешательства человека, сохраняет естественные элементы, обладающие способностью к саморазвитию, техногенная же среда с резко измененными ландшафтами, в том числе и сельскохозяйственные угодья, созданные трудом и волей человека, не имеет аналогов в девственной природе и поэтому не способна к саморазвитию, и может только разрушаться" [8].

Розрахунок коефіцієнту екологічної стабільності території виконано в програмі MathCAD.

Картографічне забезпечення виконано в програмі Digitals (рис. 3.13).

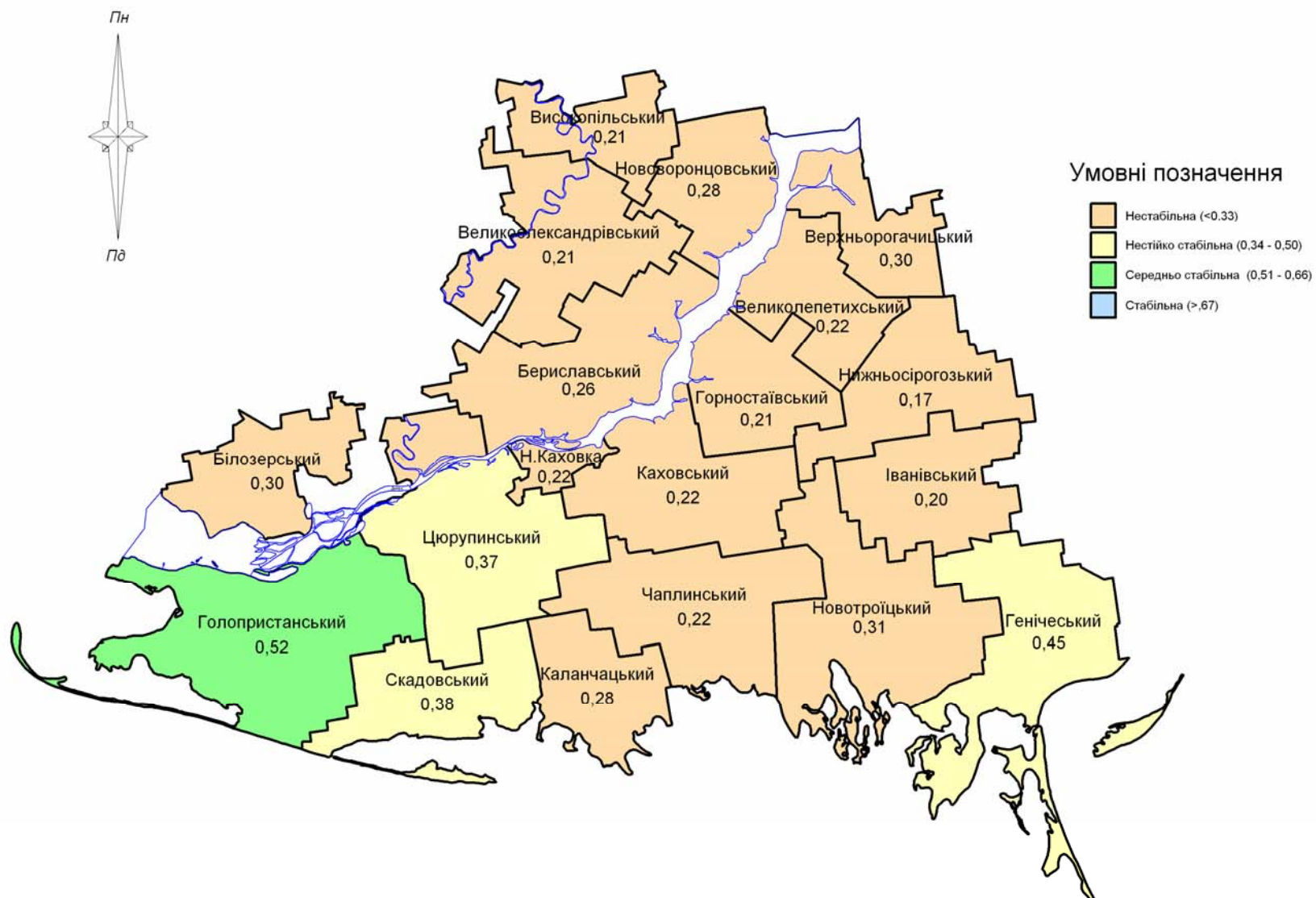


Рис.3.13. Карта екологічної стабільності Херсонської області

Розрахункові коефіцієнт екологічної стабільності Херсонської області (станом на 01.01. 2000 р.) – 0,31, що свідчить про екологічну нестабільність території (в середньому по Україні – 0,40, а по Волинській області – 0,63). Серед районів Херсонської області лише Голопристанський характеризується як середньо стабільна територія ($K_{ек.см}=0,52$). Генічеський, Скадовський та Цюрупинський райони відносяться до нестійко стабільної земельної території. Інші райони відносяться до нестабільних земель, які потребують радикальних напрямів зміни структури земельного фонду.

Таким чином, в сучасних умовах на території Херсонської області формується техногенний тип агроландшафту. При підвищенні сільськогосподарської освоєності та розораності території земельних угідь істотно знижується екологічна стійкість агроландшафту. Просторова обмеженість не дає змоги збільшити загальну площу, але можна поліпшувати пропорції між окремими видами сільськогосподарських угідь.

Для створення екологічно стійкого агроландшафту, який включає оптимальний розподіл сільськогосподарських угідь необхідно:

- простежити динаміку структури земельного фонду Херсонської області за певний період часу;
- виявити тенденцію зміни екологічної стабільності відповідної території;
- простежити вплив окремого виду угідь на екологічну стабільність території;
- необхідно визначити спектр вимірів та оцінок, що характеризують екологічний потенціал агроландшафтів.

Коефіцієнт екологічної стабільності території може бути використано в системі:

- моніторингу земель (збирання, оброблення, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін);
- землеустрою (регулювання земельних відносин та раціональної організації території адміністративно – територіальних утворень);
- при плануванні загальнодержавних програм використання та охорони земель (розробка науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель).

Оптимізація земельного фонду.

Давши аналіз окремих складових земельних угідь та виявивши регіональний індекс антропогенної змінності агроландшафту виявляються можливі наслідки антропогенного впливу на агроландшафт та пропонуються заходи щодо його покращення.

Критерії оцінок та нормування. Критерії оцінок та нормування антропогенних навантажень – найменш визначена частина моніторингу. Нормування антропогенних навантажень не є еталонним (фоновим), так як найкращим еталоном є цілинні землі.

Очевидно, що для різних типів степових агроландшафтів, як об'єкту моніторингу цілинні аналоги знайти фактично неможливо. Тому, на нашу думку, нормування антропогенних навантажень (або оптимізація агроландшафту) це процес гармонізації забезпечення задоволення потреб всіх членів суспільства за умови збереження і поетапного відтворення цілісності навколишнього природного середовища. Тобто подальше нормування (оптимізація агроландшафту) нами розглядається як поєднання екологічних, економічних та соціально – культурних аспектів розвитку агроландшафту. Наведемо приклад, який визначено експертним шляхом на основі узагальнення літературних джерел.

Ліси та інші лісові землі. Величина оптимального розміщення лісоресурсного фактору є дуже суперечливою, так як залежить від багатьох чинників – природно – кліматичних умов, ґрунтового покриву, рельєфу, ґрунтоутворюючих порід тощо. Науково – обґрунтовані нормативи лісистості становлять: Україна – 20 – 22 %, Степ – 7,7 % від загальній площі території [6]. Однак, як нам здається, наведені дані явно занижені, так як в багатьох країнах світу лісистість території значно вища. За статистичними даними в Фінляндії вона складає 58,9 %. Швеції – 67,7 %, Німеччині – 29,0 %, Франції – 27,8 %, США – 32,7 % [6].

Площа земель під водою (річки, водосховища), тобто гідрографічна мережа – оптимізувати цей фактор, на нашу думку, в сучасних умовах практично неможливо.

Сільськогосподарська освоєність території (сільськогосподарські угіддя). Найбільш стійким в екологічному відношенні умовно прийняті господарства, де сільськогосподарська освоєність не перевищує 60 % [5]. Із аналізу структури сільськогосподарських угідь західноєвропейських держав можна констатувати, що розвиток ерозії в масштабах, які не перевищують допустимі норми, відносно сприятливі агрофізичні властивості ґрунтів, а значить, в цілому екологічна стійкість агроландшафтів в деякій мірі залежить від співвідношення між ріллею та стабільними компонентами. Відношення ріллі до стабільних сільськогосподарських угідь (пасовища, сіножаті, багаторічні) не повинно перевищувати співвідношення 1:1 [5].

Проектна площа інших земель (забудованої території, доріг, відкритих земель) розраховується за різницею загальної площі району до вище перелічених факторів. Приклад екологічної оптимізації агроландшафту наведено на рис. 3.14.

Контрольні питання:

1. Основні вимоги до системи управління базами даних.
2. Програмне забезпечення для створення цифрових карт і планів.
3. Етапи проектування бази даних в Access.
4. Основні функції системи управління базами даних.
5. Застосування ArcGis при формуванні баз даних.
6. Навидить приклади застосування ГІС – технологій при управлінні водними і земельними ресурсами.

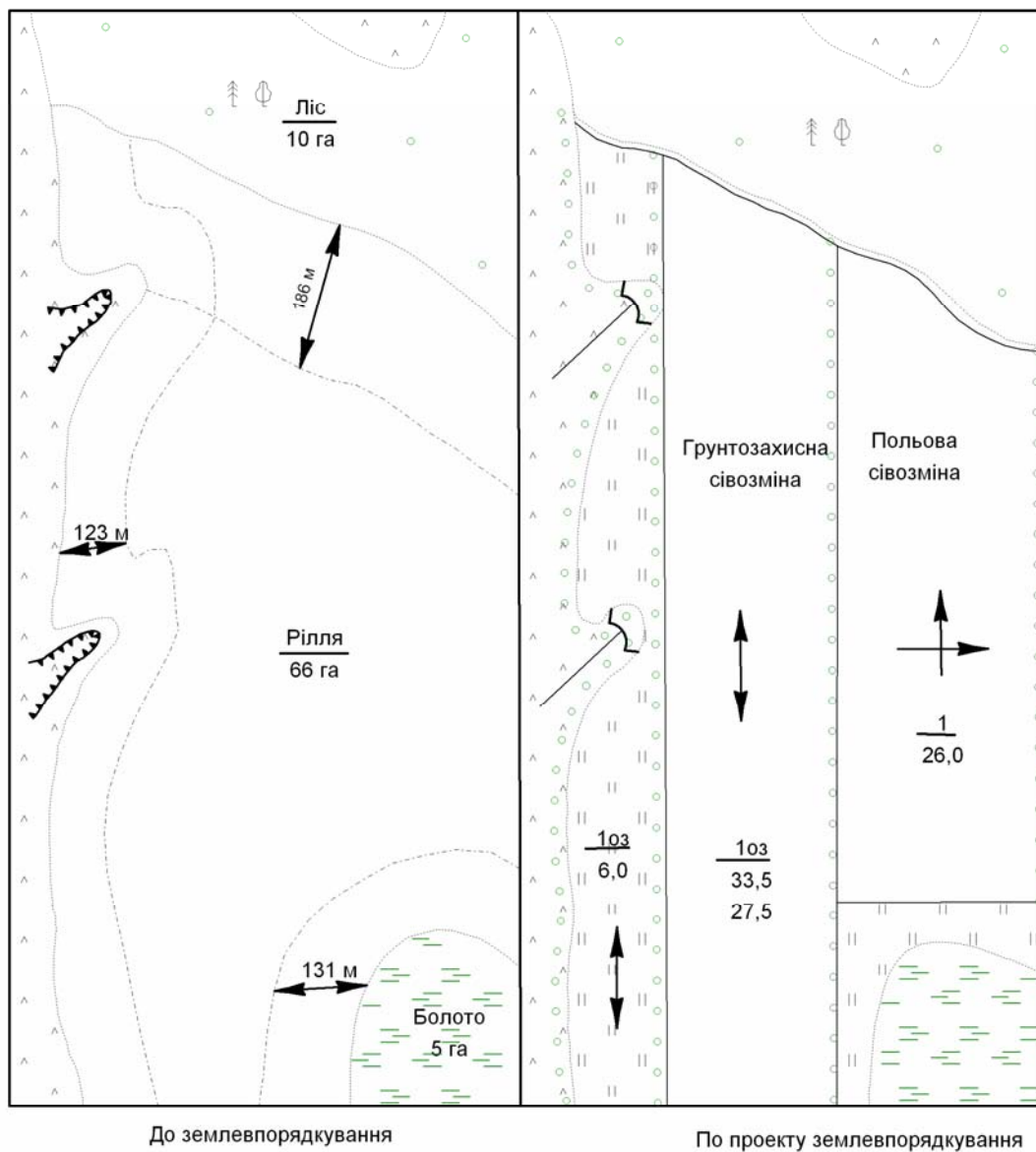


Рис. 3.14. Приклад розрахунку екологічної оптимізації агроландшафту

Користувачеві необхідно підвести покажчик миші на кнопку Створити й клікнути по ній лівою кнопкою миші. У вікні, що відкриється (рис. 4.2.) розберемо елементи оформлення робочого вікна Digitals.

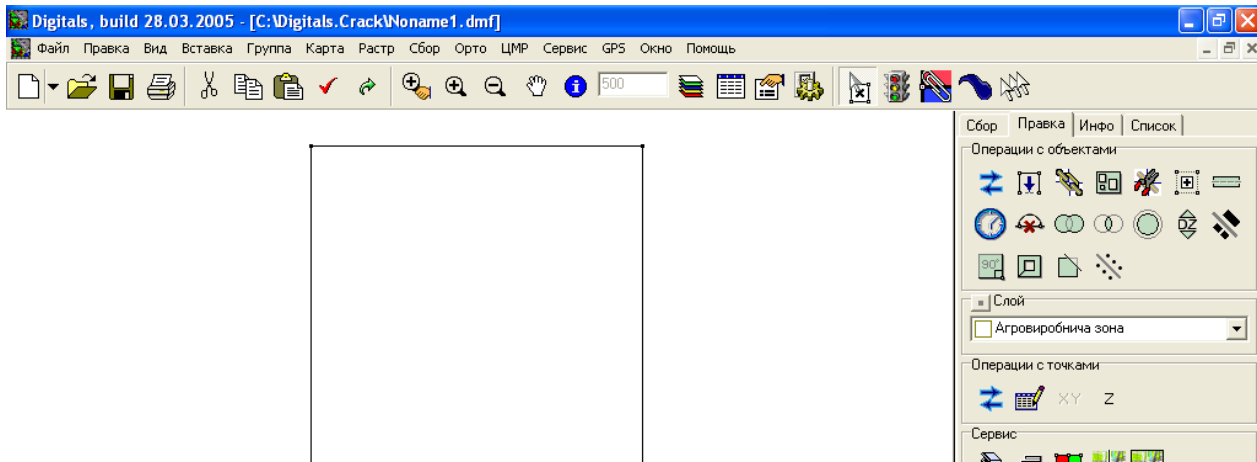


Рис. 4.2. Елементи користувацького інтерфейсу

Центральна частина екрану – це основна робоча зона, у якій перебуває видима частина малюнка. Верхній рядок екрану, що складається з написів: **Файл, Виправлення, Вид, Вставка, Група, Карта, Растр, Збір, Орто, ЦМР, Сервіс, GPS, Вікно, Допомога** – будемо називати рядком головного меню [1]. Цей рядок містить найменування падаючих меню, розкрити кожне з яких можна, вибравши за допомогою миші відповідне ім'я меню. Основні меню (**Збір, Виправлення, Інфо, Список**) винесені праворуч від графічного екрану.

Під рядком меню розташована головна панель інструментів:



Головна панель інструментів - це область основного вікна програми, що розміщується під головним меню, на якій перебувають кнопки із зображеннями, що ілюструють дію цих кнопок. Щоб виконати команду, пов'язану з тією або іншою кнопкою, потрібно клікнути на ній лівою кнопкою миші. Більшість кнопок дублюють основні команди меню, наприклад **відкриття, друку** або **запису карт** і т.д., для прискорення повторюваних операцій. Деякі кнопки активізують при натисканні різні режими, такі як **режим збільшення, режим переміщення** й ін.

Щоб прочитати довідку по кнопці, клікніть мишею на її зображенні.

При виконанні операцій в "Digitals" використовуються стандартні угоди й принципи, прийняті для Windows-програм.

Основні з них:

1. Для одержання контекстної допомоги за будь-яким елементом програми (пункт меню, діалог і т.д.) необхідно натиснути клавішу **F1** у той час, як цей елемент активізований. Якщо вікно має кнопку **Help**, активізуйте її;

2. Більшість дій у програмі: вибір і позначення об'єктів і елементів списків виконується натисканням лівої кнопки комп'ютерної миші. Якщо вибір виконується при натисканні клавіші **Ctrl**, то можливе позначення декількох елементів чи об'єктів списку. Натискання й утримання клавіші **Ctrl** під час багатьох операцій переміщення включає режим копіювання (наприклад: копіювання підписів, додавання точок в об'єкт). У багатьох списках допускається також використання клавіші **Shift** (або утримування натиснутої лівої кнопки миші) для позначення декількох послідовно розташованих елементів. Всі операції виконуються над всіма позначеними об'єктами або елементами списку, якщо явно не зазначене інше;

3. Точки помічених об'єктів позначаються "вузликами". Якщо навести стрілочку миші на "вузлик", то курсор змінить форму. Далі, утримуючи ліву кнопку миші й одночасно переміщаючи покажчик миші, можна перетягувати "захоплену" точку. Якщо в процесі перетягування точки натиснути й утримувати клавішу **Ctrl**, то в позиції покажчика миші з'явиться нова точка. Це зручний спосіб додавання точок до об'єкту;

4. Права кнопка миші в більшості випадків викликає контекстне меню, що містить основні операції, які застосовуються до позначених об'єктів або елементів списку. Для різних типів курсору (збір, редагування, переміщення точки, переміщення підпису та ін.) існує своє контекстне меню з різними функціями. Звичайно контекстне меню дублює пункти основного меню для більш швидкого доступу, однак багато операцій доступні тільки з контекстного меню.

Комбінації клавіш і опис їх функцій

Shift + Del - Вирізати (видаляє й копіює виділену область тексту в буфер обміну).

Ctrl+Ins – Копіювати (копіює виділену область тексту в буфер обміну).

Shift+Ins – Вставити (вставляє текст із буфера обміну в позицію, зазначену курсором).

Alt+Backspace – Відмінити (скасовує останню операцію, зроблену над текстом).

Текст, скопійований у буфер обміну, доступний всім додаткам. Аналогічно, текст, скопійований у буфер обміну з інших додатків, може бути вставлений у будь-яке текстове поле "Digitals" командою Вставити.

Позначені об'єкти карти, скопійовані в буфер обміну, можуть бути вставлені в будь-яке інше вікно з картою Digitals. Якщо активізовано можливість Вставки об'єктів у текстовому вигляді, то в карту можна вставляти об'єкти, скопійовані в буфер обміну у вигляді текстового списку координат, наприклад із **Блокнота** Windows. Крім того, з буфера обміну Windows у карту можна вставити Растрове зображення [2].

4.2. Створення та редагування цифрових карт

4.2.1. Збір даних

Основні принципи збору даних

Програма дозволяє робити збір векторної інформації з растрових зображень (так звану ручну векторизацію). Можливий збір з відсканованих карт (планів) [4].

Для переходу в режим збору необхідно перемкнути праву інструментальну панель програми в режим **Збір (F9)**. Маркер при цьому прийме вид перехрестя. Для відкриття растрового файлу користуються командою Растр!Відкрити головного меню. Для орієнтування (геодезичної прив'язки) сканованих карт або планів користуються командою Растр!Орієнтування.

Послідовність операцій збору даних

При створенні карти (плану) за растровими зображеннями необхідно зробити збір даних. Збір даних - це векторизація даних з растрових джерел (карт, планів) [2]. Загальна послідовність дій наступна:

1) Необхідно зорієнтувати скановані зображення карт або планів, за якими передбачається робити збір даних;

2) Створення нової карти за допомогою команди Файл! Створити.

3) Відкриття растрового файлу за допомогою команди Растр! Відкрити.

4) Перемкніться на закладку **Збір** на правій панелі інструментів. Перемикаання на закладку **Збір** включить режим збору даних. У списку **Активний шар**, що випадає, виберіть поточний шар, у якому будуть збиратися дані.

5) Коли збір об'єктів завершено, перемкніться на закладку **Виправлення** правої панелі.

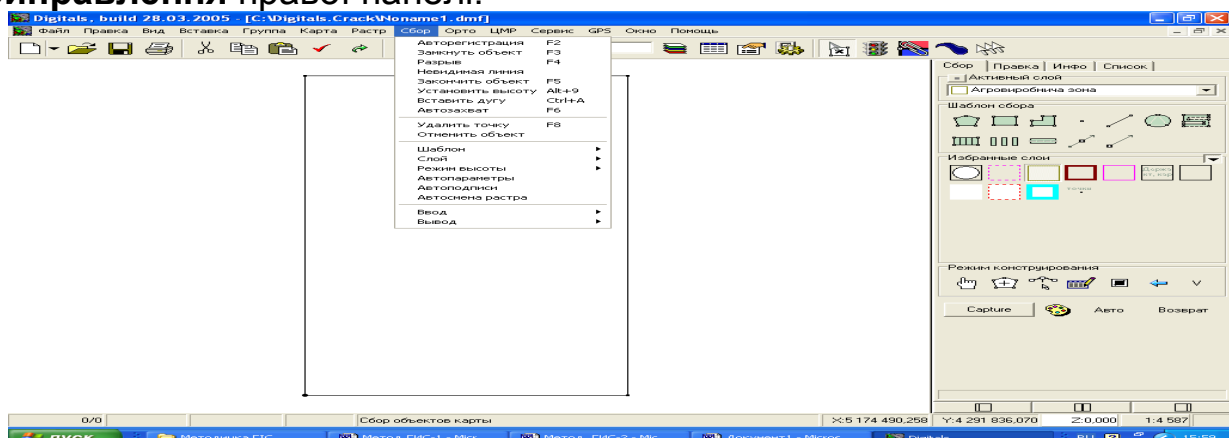
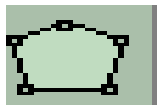


Рис. 4.3. Збір даних

Шаблони об'єктів

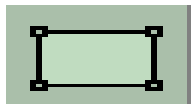
Після перемикання в режим збору потрібно вибрати шаблон, по якому будуть збиратися об'єкти. Шаблон об'єкту вказує програмі, якої форми буде об'єкт (об'єкти), що збирається. Шаблон вибирається

натисканням відповідної кнопки на правій інструментальній панелі. Якщо жодна із кнопок не натиснута, то програма перебуває в режимі збору незамкнутої полілінії. Для замикання об'єкту в цьому випадку користуються клавішею **F3**.



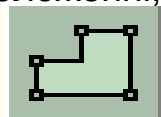
Полігон

Включає збір замкнутих об'єктів. При закінченні збору об'єкт замикається автоматично. Об'єкт також буде замикатися автоматично по раніше зібраних контурах, у випадку якщо при зборі першої й останньої точки було приєднання до існуючого контуру.



Прямокутник

Включає збір прямокутників. При зборі такого об'єкту досить зареєструвати дві точки на одній стороні прямокутного об'єкту (довгій), а потім рухати покажчик миші в напрямку наступної точки. При цьому русі з'явиться прямокутник з однією фіксованою стороною (із двох зареєстрованих точок), а інша буде рухатися разом з рухом покажчика миші. Коли рухлива сторона прямокутника буде перебувати в потрібному положенні, зареєструйте його натисканням лівої кнопки миші.



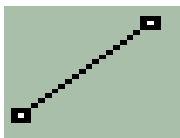
Ортогональний

Включає збір ортогональних об'єктів, всі кути яких - прямі. Після побудови перших двох точок такого об'єкту програма дозволяє реєструвати наступні точки тільки на лініях, перпендикулярних до попередньої побудованої лінії. Таким чином, всі суміжні сторони в таких об'єктах будуть перпендикулярні.



Точка

Включає збір точкових об'єктів. Для збору такого об'єкту досить зареєструвати одну його точку, після чого об'єкт буде завершений автоматично. До точкових об'єктів відносяться стовпи, окремо стоячі дерева та ін.



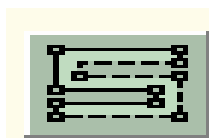
Лінії

Включає збір об'єктів - ліній. При зборі за таким шаблоном об'єкт буде завершуватися автоматично після реєстрації двох точок.



Окружність (коло)

Включає збір окружностей. Для збору окружності потрібно зареєструвати три точки, що лежать на ній, або точку центра й одну точку на поверхні кола.



Паралельний. Включає збір контурів, що складаються з паралельних ліній.

Об'єктами такого роду є дороги, канали, та ін. Спочатку необхідно зареєструвати точку на одній із сторін смуги, потім відповідну їй точку на протилежній стороні. Далі потрібно виконати збір по тій же стороні, а інша буде добудовуватися автоматично.

4.2.2. Порядок збору об'єкту

Після включення режиму збору об'єктів і вибору шаблону можна приступати до збору об'єктів, тобто до реєстрації їхніх поворотних точок.

Реєстрація точок об'єкту:

- зареєструйте першу точку об'єкту. Для цього підведіть до неї курсор і натисніть ліву кнопку миші. Якщо поточний шаблон - точковий об'єкт, то реєстрація однієї точки завершує збір об'єкту, і далі не потрібно виконувати команду завершення збору;

- курсор підводьте до наступної поворотної точки й зареєструйте її таким же способом - кліканням лівої миші, і так для всіх поворотних точок об'єкту. Видалити останню зібрану точку можна, натиснувши **F8**.

Примітки: 1. Якщо поточний шаблон - об'єкт - лінія, то реєстрація двох точок завершує збір об'єкту автоматично.

2. Якщо поточний шаблон - прямокутник, то реєстрація трьох точок завершує збір об'єкту, і далі не потрібно виконувати команду завершення збору.

3. Коли всі точки об'єкту зібрані, необхідно завершити збір об'єкту через **контекстне меню** або натисканням клавіші **F5**.

У процесі збору доступний ряд додаткових сервісних команд, які можна вибрати з контекстного меню, що викликаються натисканням правої кнопки миші в процесі збору. Багато з цих команд також можна викликати натисканням гарячих клавіш. Їхній перелік наведено нижче.

Авторегістрація **F2** – Авторегістрація точок із кроком 1мм або іншим кроком, заданим у масштабі карти.

Замкнути об'єкт **F3** – замикає об'єкт (якщо обраний шаблон збору – полілінія).

Вставити розрив **F4** – вставляє ознаку розриву в поточній точці.

Невидима лінія **F5** – завершує збір поточного об'єкту.

Установити висоту **Alt-9** – установлює вимірювальну Марку на певну висоту (для збору горизонталей).

Вставити дугу **Ctrl-A** – заміняє останні три точки об'єкту дугою.

Захоплення/Точка **P** – приєднується до найближчої точки.

Захоплення/Точка **L** – приєднується до найближчої лінії.

Захоплення/Точка **I** – приєднується до найближчого перетинання.

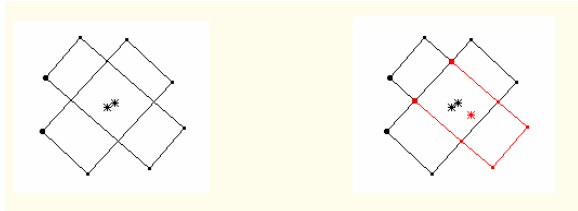
Захоплення/Точка **E** – будує перпендикуляр до найближчого (позначеного) контуру.

Видалити точку **F8** – видаляє останню точку об'єкту, що збирається.

4.2.3. Режими конструювання



Режими конструювання полегшують процес збору деяких типів об'єктів. Для вибору одного з режимів необхідно вибрати відповідну йому кнопку закладки **Збір**.

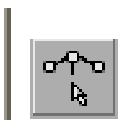


Кнопка **Фрагменти** дозволяє створити новий об'єкт із фрагментів (ланцюжків) уже наявних. Кожний фрагмент додається кліканням лівої кнопки миші поблизу його контуру. Фрагмент обмежений перетинанням

контуру об'єкту з іншими об'єктами (як показано на прикладі). Кожний наступний фрагмент є продовженням попереднього.



При створенні великої кількості полігонів можна скористатися кнопкою **Полігони** на закладці **Збір**. Натискання цієї кнопки активізує режим створення полігонів. Для створення полігонів у цьому режимі досить клікнути всередині нього мишею.



Кнопка **Бергштрихи** використовується для напівавтоматичного нанесення бергштрихів на горизонталі.

Для цього створіть шар одиночних символів "Бергштрихи" і надайте йому створений одиночний умовний знак бергштриха. Для вставки бергштрихів з автоматичною орієнтацією перейдіть на закладку **Збір**, натисніть кнопку **Бергштрихи** й виберіть шар збору **Бергштрихи**. Далі клікніть лівою кнопкою миші на горизонталях у тім місці, де потрібний бергштрих і з потрібної сторони. При кожному кліканні на горизонталь буде вставлятися точка шару "Бергштрихи" з автоматичною орієнтацією умовного знака.



Кнопка **Список** дозволяє збирати об'єкти, задаючи номери відповідних пікетів. Для створення полігона клікніть на кнопку **Список**, виберіть шар вихідних точок (наприклад пікети), задайте параметр із номерами точок. Потім уведіть список номерів точок, розділених пробілом.



Кнопка **Режим захоплення** включає/відключає режим "прив'язки" точок об'єкту, що збирається, до найближчих контурів. У цьому режимі ви можете збирати об'єкти тільки приєднуючись до існуючих точок[1, 2].

4.3. Позначення та групування об'єктів

4.3.1. Основні принципи

Всі операції редагування виконуються над позначеними об'єктами. Позначений об'єкт (або об'єкти) виділяється на карті спеціальним

кольором (за замовчуванням - червоним) і вказує програмі, що подальші операції редагування будуть застосовані саме до цього об'єкту (об'єктів). Позначення об'єктів може бути виконане декількома способами [1]:

1) Найпоширеніший спосіб позначення об'єктів – клікання поблизу потрібного об'єкту лівою кнопкою миші. Клікання мишею варто виконувати якнайближче до кожної із точок/ліній об'єкту. Якщо в місці перетинання декількох об'єктів позначився не той об'єкт, що потрібно, клацніть мишею повторно. Подвійне клацання миші видасть список всіх найближчих об'єктів, за умови, що дана можливість активізована в Сервіс!Настроювання!Виправлення.

2) Щоб позначити групу об'єктів, досить клікнути мишею й, утримуючи ліву кнопку миші, "захопити" всі об'єкти, які потрібно позначити "розтягнувши" прямокутник до необхідних розмірів, а потім відпустити кнопку миші. Всі об'єкти, які повністю перебувають усередині прямокутної області, будуть позначені.

3) Також можна позначати об'єкти за допомогою команд, що перебувають у розділі Виправлення головного меню, у групі Позначити. Ці команди застосовуються для позначення різних груп об'єктів: всіх об'єктів на карті, одного або декількох шарів, об'єктів, суміжних з позначеним об'єктом тощо.

4) Коли на карті збігається кілька контурів об'єктів, досить важко позначити якийсь із них. У такому випадку використовують подвійне клікання лівої кнопки миші для виклику списку всіх прилеглих об'єктів.

5) Позначення об'єктів так само виконується методом Пошуку. Всі знайдені об'єкти стануть позначеними.

4.3.2. Одиночне / множинне позначення

Можливі два різних режими позначення об'єктів за допомогою лівої кнопки миші. *Режим одиночного позначення* (кнопка відпущена) і *режим множинного позначення* (кнопка натиснута). При одиночному позначенні можна позначити тільки один об'єкт. При позначенні іншого об'єкту, раніше позначені об'єкти втрачають позначку. Для послідовного позначення декількох об'єктів необхідно втримувати натиснутою клавішу **Ctrl** у режимі множинного позначення. При позначенні чергового об'єкту, усі раніше позначені об'єкти зберігають ознаки позначення. Для скасування позначки об'єкту необхідно клікнути по ньому мишею повторно. Незалежно від режиму, якщо позначити кілька об'єктів, то переміщення точок об'єкту і його підписів буде можливо тільки в останнього позначеного об'єкту.

4.3.3. Групування об'єктів

Групування дозволяє створити довільні поіменовані вибірки об'єктів. Групування зручно застосовувати для швидкого позначення

об'єктів, які належать до різних шарів, для збереження результатів контролю й почергового перегляду об'єктів. Приклади використання груп:

1) Позначити шари **Горизонталі основні**, **Горизонталі потовщені**, **Пікети** й створити групу **"Рельєф"**. Тепер весь рельєф на карті можна швидко позначити використовуючи команду Група | Позначити.

2) Після вставки в карту суміжного аркуша (він залишається позначеним) занести його об'єкти в групу **"Суміжний аркуш"**. Після закінчення зведення суміжний аркуш можна швидко позначити й видалити (або скопіювати).

3) Група з результатами контролю. Після того, як програма позначить об'єкти в результаті якої-небудь функції контролю (наприклад ЦМР|Звірити із пікетами), варто занести позначені об'єкти в групу, а потім використовувати Група|Список об'єктів для детального вивчення й виправлення кожного випадку. Для створення нової групи потрібно позначити об'єкти, які хочете занести в неї й виконаєте Група|Створити, програма запросить ім'я.

Для перегляду списку об'єктів групи і їхніх параметрів використовуйте Група|Список об'єктів. При переміщенні за списком відповідний об'єкт карти буде позначений, при подвійному кліканні об'єкт буде показаний у вікні з картою крупним планом [1,2].

4.4. Редагування геометрії об'єктів

4.4.1. Основні принципи редагування

Геометричні контури об'єктів складаються з поворотних точок, які були зареєстровані при зборі. При редагуванні карти виникає необхідність змінювати контури об'єктів. Для цих цілей можна застосовувати Переміщення окремих точок і Операції над маркованими точками.

У звичайному (немаркованому) стані поворотні точки зображуються як невеликі "вузли", причому перша й остання точки виділяються вузлами більшого розміру. Марковані точки позначаються невеликою окружністю й порядковим номером точки в об'єкті. Якщо марковані дві послідовні точки об'єкту, то лінія, що вони утворюють, теж маркується - зображується із двома поперечними "насічками" у середині. Завівшись на маркер лінії, можна переміщати її, а кліканням правої кнопки миші можна викликати діалог властивостей ліній.

4.4.2. Переміщення окремих точок об'єкту

Переміщення точок звичайно виконується в режимі редагування (закладка **Виправлення** на правій панелі інструментів). Щоб перемістити точку в іншу позицію, необхідно:

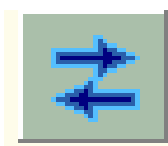
- позначити об'єкт;

- підвести курсор до точки (при цьому покажчик змінить форму на курсор, що складається із чотирьох стрілок);
- натиснути ліву кнопку миші й, утримуючи її, переміщати точку в потрібний напрямок. При цьому захоплена точка об'єкту й суміжні з нею лінії також будуть переміщатися;
- підвівши курсор до нового положення точки, відпускають кнопку миші, точка буде зафіксована.

4.4.3. Операції над об'єктами

Крім операцій над маркованими точками або лініями можна виконувати операції, для яких маркування не потрібно. Деякі із цих операцій викликаються з контекстного меню точки об'єкту, а деякі – кнопками на закладці **Виправлення** правої панелі інструментів (група **Операції з об'єктами**).

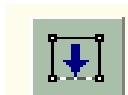
Команда **Почати звідси** контекстного меню точки робить активною точку, першу за порядком в об'єкті. Номера всіх інших точок теж відповідно змінюються.



Команда **Реверс** міняє порядок точок в об'єкті на зворотний, тобто після виконання команди першою точкою в об'єкті стане точка, що раніше була останньою (мала найбільший номер), і об'єкт змінить напрямок ходу на протилежне.



Команда **За годинниковою стрілкою** забезпечує порядок проходження точок об'єкту за годинниковою стрілкою. Функція аналогічна дії кнопки **Реверс**, але дана команда не змінює об'єктів, точки яких уже розташовані за годинниковою стрілкою.

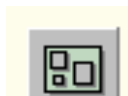


Команда **Замкнути/розімкнути** з'єднує лінією першу й останню точки об'єкту, якщо вони не були з'єднані до цієї операції, тобто замикає розімкнутий об'єкт.

І навпаки, видаляє точку останньої лінії замкнутого об'єкту, тобто розмикає полігон.



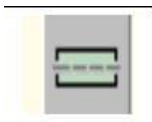
Команда **З'єднати** поєднує всі позначені об'єкти в один.



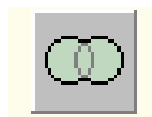
Команда **Комплексний об'єкт** створює об'єкт, що (через розрив) містить всі внутрішні об'єкти. Площа такого полігону буде дорівнює різниці площ основного контуру і його внутрішніх полігонів.



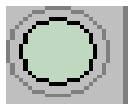
Команда **Розділити** розбиває об'єкт, що складається з декількох частин, розділених ознаками розриву, на окремі об'єкти.



Команда **Лінію в смугу** перетворить лінію в полігон-смугу заданої ширини.



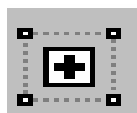
Команда **Об'єднати** створює сумарний полігон із всіх позначених об'єктів.



Команда **Розширити/стиснути** дозволяє створювати буферні зони заданої ширини навколо полігона або навпаки зменшити полігон на задану ширину. Функція може застосовуватися для проектування доріг.



Команда **Нагору/вниз** піднімає/опускає об'єкти (змінюючи висоту всіх точок) на задану різницю. Це зручно для опускання будинків, зібраних по дахах на землю, за умови їхньої однотипності (однакової висоти/поверховості).



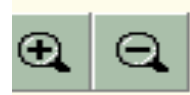
Команда **Додати вузли** створює одиночні об'єкти в кожній точці об'єкту. Це необхідно, наприклад, для того, щоб підписати позначку висоти кожної точки об'єкту.

4.5. Зображення карти на екрані

Загальні поняття

Наступні команди дозволяють змінювати спосіб зображення карти на екрані [1].

Режим перегляду карти. Деякі властивості об'єктів і шарів можуть ігноруватися при зображенні карти, це дозволяє зображувати й прокручувати карту швидше, однак з деякою втратою її оформлення. Режими перегляду дозволяють управляти тими шарами об'єктів, які будуть зображуватися на карті.



Змінене збільшення карти, тобто масштабу її відображення на екрані. За допомогою даних кнопок можна збільшити або зменшити зображення карти в 2 рази. Для тої ж мети можна використовувати клавіші "+" і "-".



Активізує режим збільшення для зміни збільшення за допомогою рамки.



Якщо включено режим зображення центрів, то поряд з об'єктами й підписами на карті відображаються їхні центри, що дозволяє переміщати об'єкти.

4.6. Створення й редагування класифікатора

4.6.1. Шари. Загальні поняття

Кожний об'єкт карти належить до якого-небудь шару. Шар є основною характеристикою об'єкту та визначає групову приналежність об'єкту і його вид на карті [1;4].

Перед збором карти за допомогою Менеджера шарів необхідно створити (завантажити) шари для даних, що збираються. Додавати нові шари й редагувати існуючі можна в будь-який момент у процесі роботи. Шар, привласнений об'єкту при зборі, можна змінити на інший, перебуваючи в режимі **редагування** (активна закладка **Виправлення** на правій інструментальній панелі). Шар має ім'я (наприклад, Дорога польова) і ідентифікатор (ID) - унікальний код шару. Шар містить інформацію про атрибути лінії й заливання, умовному знаку та ін. Шару можуть бути доступні (на вибір Користувача) різні параметри, тобто поля бази даних, у які заносяться характеристики об'єктів. Шар має поле статусу, що управляє видимістю та редагуванням його об'єктів.

4.6.2. Створення шаблонів карт

Шаблон являє собою карту, що не має об'єктів, але утримує погоджене настроювання шарів, параметрів об'єктів, і бібліотеку умовних знаків. Шаблони використовуються при створенні нової карти (Файл|створити) і для завантаження з деяких форматів.

Після читання цифрової карти з файлів інших форматів, відмінних від DMF, можливо буде потрібно виконати створення й настроювання шарів, параметрів та ін. Для того, щоб не повторювати цю процедуру для кожного планшета, створіть шаблон карти, що містить всі необхідні настроювання.

Шаблон це "порожній" DMF-Файл, що не містить жодного об'єкту. Просто видаліть всі об'єкти, використовуючи Правка|Помітити все й Правка|Видалити у попередньо відредагованому файлі, а потім збережете його під будь-яким ім'ям (наприклад 2000.dmf) у папку \Digitals\Templates.

Шаблон за замовчуванням. Для того, щоб призначити шаблон за замовчуванням, запишіть його в директорію \Digitals\ під ім'ям Normal.dmf. Такий шаблон буде завантажуватися автоматично, щораз при виконанні команди Файл|Створити. У цьому випадку створена для збору за растрами нова цифрова карта буде відразу містити потрібні шари, параметри, умовні знаки та інші установки.

Додаткові шаблони. Додаткові шаблони можна записати в папку Digitals\Templates. Для створення нової карти по шаблоні використовуйте кнопку клікнувши мишею праворуч від чистого листа (на стрілці донизу) і вибравши потрібний шаблон зі списку.



При кліканні на зображенні чистого листа буде створена карта на основі шаблону за замовчуванням Normal.dmf.

4.6.3. Ієрархія шарів

Використовуючи код шару (поле ID у Менеджері шарів), можна організувати шари в ієрархічному порядку. Ієрархія дозволить переглядати шари у вигляді "дерева", щоб швидше орієнтуватися в довгому списку [1;2].

Ієрархія шарів будується в такий спосіб. Спочатку потрібно визначити число рівнів вкладеності "дерева", що дасть число цифр коду. Сама старша цифра коду визначає групу шарів, наступна підгрупу й т.д. Усі коди повинні бути однієї довжини, тому цифри, яких бракує праворуч заповнюють нулями. Нижче наведений фрагмент ієрархічного класифікатора:

- 20000000 Гідрографія
- 21000000 Водні об'єкти
- 21100000 Ріки й струмки
- 21110000 Ріки й струмки постійні
- 21120000 Ріки й струмки, які пересихають
- 21130000 Ріки, струмки підземні або ті, що пропадають
- 21140000 Ділянка річки, струмка по льоду
- 21200000 Озеро
- 21300000 Велике водоймище, штучне море

Дана структура кодів підтримує максимально 8 рівнів вкладеності й 9 елементів у групі (у кожній гілці дерева), оскільки для нумерації усередині групи виділяється одна цифра. Якщо виділити по дві цифри на групу, то наведені вище коди потрібно модифікувати в такий спосіб:

- 2000000 Гідрографія
- 2010000 Водні об'єкти
- 2010100 Ріки й струмки
- 2010101 Ріки й струмки постійні
- 2010102 Ріки й струмки, які пересихають
- 2010103 Ріки, струмки підземні або ті, що пропадають
- 2010104 Ділянка річки, струмка по льоду
- 2010200 Озеро
- 2010300 Велике водоймище, штучне море

Така структура кодів дозволить мати до 99 елементів у групі за рахунок меншого числа рівнів вкладеності - 4. Максимальне значення коду не повинне перевищувати 2,000,000,000 (2 мільярди).

4.7. Робота з параметрами

Параметри це характеристики об'єкту, які описують кожний об'єкт окремо, зберігаючи для кожного об'єкту його унікальні властивості.

Параметри являють собою поля внутрішньої бази даних, що зберігається разом з картою.

Створювати й редагувати параметри потрібно в **Менеджері параметрів**. Кожний параметр має ім'я, що вказує назву характеристики об'єкту, ідентифікатор - унікальний код параметра, атрибути лінії, заливання, шрифту й видимості, а також маску.

Кожна карта має загальний список параметрів для всіх об'єктів. У той же час різним об'єктам можуть бути доступні різні параметри. Список доступних об'єкту параметрів залежить від шару, до якого належить об'єкт. Зробити ті або інші параметри доступними для шару можна в **Менеджері шарів**.

Важливою властивістю параметрів є можливість їхнього виносу на карту як підписи. За допомогою підписів на карту можна виносити значення будь-яких характеристик об'єкту й розміщати їх на карті в довільній позиції.

Підписи. Підпис являє собою значення параметра об'єкту, що винесений на карту для відображення. Будь-який параметр об'єкту може бути винесений як підпис. Атрибути шрифту задаються в Менеджері параметрів. Крім цього, розмір, орієнтація й позиція розміщення кожного підпису може бути змінена прямо на карті за допомогою миші.

Створення й видалення підписів не зачіпає значень параметрів. Тобто, підписи є вторинними й будь-який параметр може бути винесений на карту або ні. При наступній зміні значення параметра його підпис обновляється автоматично.

Підписи незамінні для створення позначок пікетів, вказування поверховості будинків, для відображення площ і інших атрибутів ділянок на кадастрових планах.

Підписи координат X,Y для виходів кілометрової сітки й хрестів рамок використовуються в шаблонах рамок і зарамкового оформлення. Вони автоматично змінюють своє значення при переміщенні рамки.

Іноді виникає необхідність скопіювати значення одного параметра в інший для багатьох або всіх об'єктів карти. Зробити це можна в такий спосіб:

Безпосереднє копіювання параметра. Перебуваючи на закладці **Інфо**, скористайтесь перетягуванням. Для цього натисніть ліву кнопку миші на назві параметра (лівий стовпчик), що ви хочете скопіювати. Утримуючи ліву кнопку миші, рухайте курсор до параметра, у який ви збираєтесь скопіювати значення. Коли ви підведете курсор до потрібного параметра, відпустіть ліву кнопку миші. При цьому з'явиться запит на підтвердження операції копіювання. При підтвердженні копіювання значення вихідного параметра скопіюються в обраний вами параметр.

Нижче наведений приклад застосування копіювання параметрів.

У населеному пункті змінюється нумерація будинків. При цьому доцільно залишити старі номери будинків, створивши для цього додатковий параметр (наприклад, **Старий номер**) за допомогою

Менеджера параметрів. У цьому випадку можна вчинити так. Створіть параметр для старого номера будинку. Зробіть його доступним для об'єктів шару (або шарів), що містить будинки. Позначте об'єкти цього шару (або шарів). Далі скопіюйте значення параметра **Номер** у параметр **Старий номер** як описано вище. Тепер можна змінювати значення параметра **Номер**, і карта буде містити інформацію про номери до й після перенумерації.

Копіювання через буфер обміну Windows. Позначте всі об'єкти, у яких хочете скопіювати значення якого-небудь параметра. Далі перемкніться на закладку **Інфо** правої панелі інструментів, і виберіть у таблиці параметр, значення якого ви хочете скопіювати в буфер. Клацніть правою кнопкою миші на крайньому лівому стовпчику таблиці (на номері параметра). З'явиться меню, у якому варто вибрати пункт **Копіювати параметр**. Ця команда запише значення цього параметра для всіх позначених об'єктів у буфер обміну Windows.

Для вставки параметра з буфера виберіть у таблиці параметр, у який ви хочете скопіювати значення. Клікніть правою кнопкою миші на крайньому лівому стовпчику таблиці й у меню, що з'явиться на екрані, виберіть пункт **Вставити в параметр**. Такий спосіб дозволяє вставити параметри в іншу карту за умови, що це карта на ту ж територію.

Крім того, параметри з буфера можна скопіювати в текстовий редактор або іншу програму й відредагувати перед вставкою.

Нижче наведений приклад застосування копіювання параметрів:

Кілька виконавців виконують одночасну модифікацію параметрів об'єктів. При цьому кожний працює зі своєю версією карти. Наприклад, один з них заповнює параметр **Номер будинку**, а другий – **Поверховість** (рос. - этажность). Після того, як у кожній з копій карти потрібний параметр буде заповнений, варто відкрити їх обидві, скопіювати в який-небудь із них параметр (наприклад, **Поверховість**). Далі потрібно перемкнутися у вікно з іншою картою, і вставити дані з буфера обміну. При цьому значення поверховості будуть поміщені в одну карту зі значеннями номерів будинків.

4.8. Команди головного меню

Головне меню програми містить в собі наступні розділи [1;2]:

Файл, Виправлення, Вид, Вставка, Група, Карта, Растр, Збір, Орто, ЦМР, Сервіс, GPS, Вікно.

Розділ Допомога містить список останніх змін програми (**Що нового...**), виклик вмісту файлу допомоги (**Зміст**) і команду, що виводить на екран інформацію про програму (**Про програму...**).

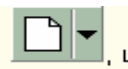
Викликавши вікно Про програму... можна оновлювати програми по Інтернет, переглядати дані про підключені компоненти, замовляти відновлення й додавання нових компонентів.

Команда Файл|Створити (File|New)

Ця команда створює нове вікно із цифровою картою. Коли за допомогою цієї команди створюється нова карта, то буде завантажений файл Normal.dmf з папки із програмою. Якщо Normal.dmf не буде знайдений, то нова карта не буде містити ніяких даних про шари, параметри, умовні знаки крім даних службових шарів і фіксованих параметрів.

Шаблони. Для того, щоб при створенні нової карти в неї автоматично вносилися необхідні вам налаштування, створіть "чисту" карту (без об'єктів), що містить ваш список шарів (класифікатор), параметрів, умовні знаки та ін. Потім скопіюйте його під ім'ям Normal.dmf у папку \Digitals\.

Додаткові шаблони перебувають у папці \Digitals\Templates.

Для створення нової карти за шаблоном використовуйте кнопку  , клікнувши мишею праворуч від чистого листа (на стрілці , вибравши потрібний шаблон зі списку. При кліканні на зображенні чистого листа буде створена карта на основі шаблону за замовчуванням Normal.dmf.

Команда Файл|Открыть... (File|Open...)



При активізації цього пункту з'явиться стандартний діалог відкриття файлів Windows, що дозволяє вибрати ім'я й формат файлу цифрової карти. Після вибору файлу програма створить нове вікно й завантажить у нього обраний файл.

Примітка: для відкриття декількох файлів відразу позначте їх у діалозі відкриття, утримуючи натиснутою клавішу <Ctrl>.

У поточній версії можливе читання файлів наступних форматів:

Digital for Windows 32bit - Стандартний формат програми. Дозволяє зберігати в одному файлі всі налаштування карти й атрибути об'єктів.

AutoCad DXF+DBF - Обмінний формат програми AutoCad з додатковим файлом бази даних для передачі атрибутивної інформації. Підтримується більшістю програм ГІС і САПР.

MapInfo MID/MIF - Обмінний формат ГІС MapInfo.

ArcView Shapefile - Обмінний формат ГІС ArcView.

ArcASCII DEM-Grid - Обмінний формат ArcView/ArcInfo для передачі ЦМР у вигляді регулярної сітки висот.

Microstation DGN - Формат програми проектування Microstation.

IN4/GBD - Формат програми Інвент-Град (кадастровий обмінний файл). Підтримуються обидві реалізації формату, стара (DOS) і нова (Windows).

Panorama TXF - Формат TXF російської ГІС Панорама є текстовим і дозволяє передавати як геометрію, так і атрибутивну частину (значення параметрів).

ASCII - Текстовий файл. Цей формат зручно використовувати для нанесення на карту об'єкту або групи об'єктів за координатами.

Найпростішим різновидом ASCII формату придатного для читання є файл, що містить списки точок об'єктів розділені порожніми рядками (наявність координати Z - необов'язково).

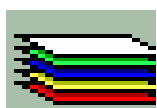
Файл також може містити інші атрибути (шари об'єктів). Збережіть будь-яку карту в ASCII форматі для одержання прикладу. Всі параметри за винятком координат є необов'язковими.

DAT file (N X Y Z) - Цей формат зручно використовувати для нанесення на карту результатів польових вимірів, опорних точок та ін. Файл повинен містити список точок з номерами: N1 X1 Y1 Z1
N2 X2 Y2 Z2.

При читанні з DAT файлу кожна точка заноситься в окремий об'єкт, а номер заноситься в значення першого за порядком параметра (при його відсутності на порожній карті він додається).

SurPac stringfile - Обмінний файл маркшейдерської програми SurPac Vision.

Trimble ART-file - Вихідний текстовий формат GPS-приймачів фірми Trimble.



Менеджер шарів (Карта|Шари...)

У Менеджері шарів можна створювати й редагувати список шарів карти (крім фіксованих) і встановлювати їхні атрибути: товщину, тип і колір лінії, колір і шаблон зафарбування, умовний знак, доступні для шару параметри. Також можна записати список шарів у файл.

Редагування списку шарів. Для редагування списку натисніть кнопку **Редагування** на верхній інструментальній панелі.

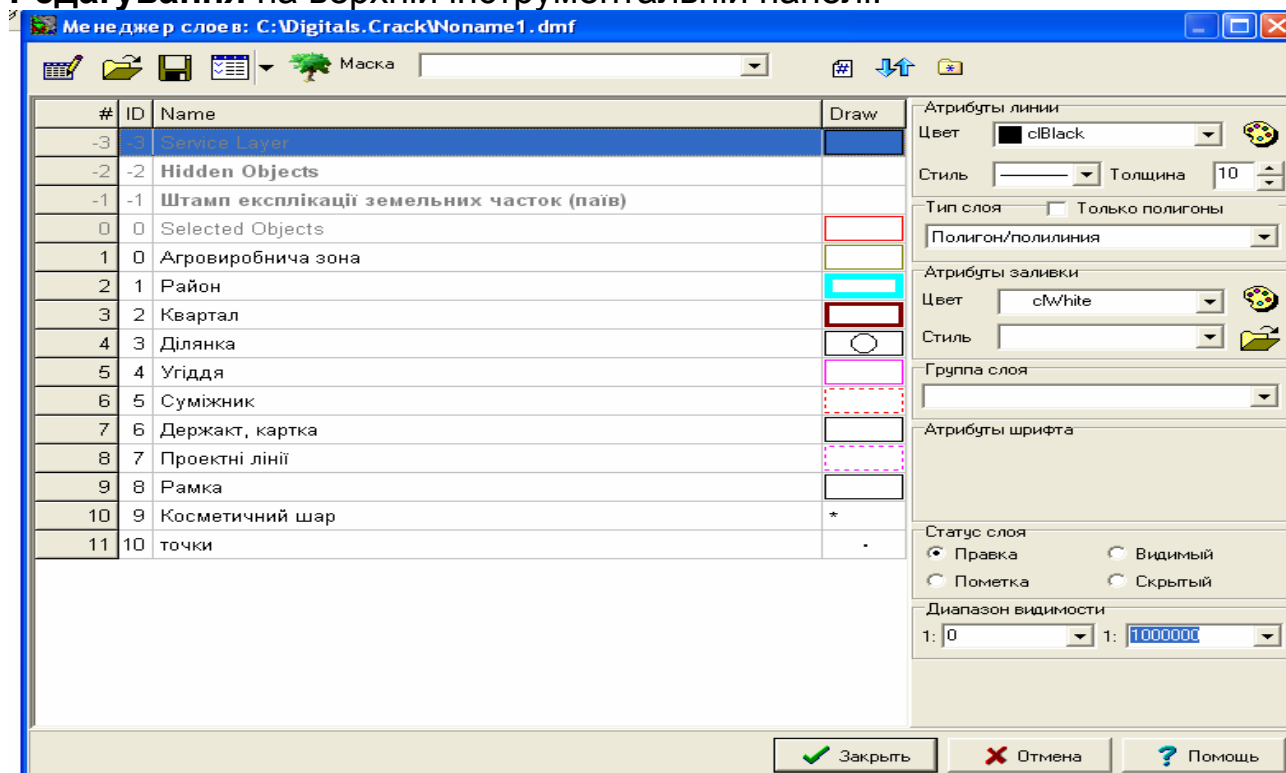


Рис. 4.4. Менеджер шарів

Поки кнопка натиснута, список буде перебувати в режимі редагування. Ви можете вільно переміщатися за списком у цьому режимі й модифікувати його вміст. Використовуйте клавішу <Ins> для додавання нового шару. Натискання <Enter> в останньому рядку списку викликає ту ж дію. Використовуйте праву кнопку миші для виклику контекстного меню з функціями редагування.

По завершенню редагування натисніть кнопку Редагування повторно. Режим редагування необхідний тільки для зміни найменувань шарів. Інші операції: **копіювання, видалення й вставка** - доступні по правій кнопці миші у звичайному режимі, так само як **зміна атрибутів шарів**.

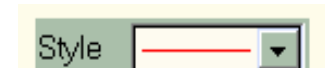
Сортування списку шарів. Послідовність зображення шарів у **Менеджері** може бути змінена. Для цього необхідно викликати контекстне меню **Менеджера** (кліканням правою кнопкою миші на списку шарів) і в ньому вибрати пункт Сортувати, у якому вибрати один з підпунктів: По ID (по коду), По імені або По числу об'єктів. При сортуванні за кодом шари будуть розміщені в порядку зростання їхнього ідентифікатора, при сортуванні по імені шари будуть розташовані за абеткою.

Установка атрибутів (графічного подання) шарів. Для зміни атрибутів шару (шарів) позначте необхідні шари й скористайтеся елементами керування на правій інструментальній панелі. Весь її простір розбитий на наступні групи:

Атрибути лінії (Line Attributes):

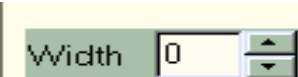


Використовуйте список кольорів, що випадає, для завдання кольорів лінії зі стандартної палітри Windows.



Використовуйте список, що випадає, стандартних шаблонів для завдання типу лінії.

Примітка: Графічне ядро Windows 9x не підтримує різні типи ліній, які мають товщину більш ніж один піксель. Крім того, шаблон лінії є крапковим, тобто залежної від розміру пікселя конкретного пристрою: екран, принтер.... Доцільніше визначати тип лінії за допомогою лінійного умовного знака.



Використовуйте поле редагування для завдання товщини лінії на папері в десятих частках міліметра.



Використовуйте кнопку для виклику розширеного діалогу визначення **кольору лінії** (Не зі стандартної палітри Windows).

Тип шару (Layer Style):

Використовуйте список, що випадає, для завдання типу позначеного шару (шарів).

Підтримуються наступні типи шарів:

Полігон/Полілінія (Polygon/Polyline) - Відображається як послідовність точок об'єкту, з'єднаних прямими лініями. Цей тип має переважна більшість картографічних об'єктів.

Для того, щоб розрізняти полігони й полілінії, поставте прапорець **Тільки полігони** для тих шарів, які містять тільки полігони. Ця ознака застосовується при експорті в деякі формати (наприклад, ArcView Shapefile, Panorama TXF).

Полігон/Полілінія гладка (Polygon/Polyline Smoothed)

Відображається як послідовність точок об'єкту, з'єднана плавними лініями, які не обов'язково проходять через всі точки об'єкту. Цей тип звичайно призначають для горизонталей.

Примітка: Використовуйте кнопку  на правій панелі **Інфо** в основній формі для виносу підписів на карту.

Одиночний символ (Symbol)

Відображається у вигляді точки (одиночного умовного знака).

Цей тип мають колодязі, одиночні дерева, стовпи й т.д. і т.п.



Примітка: Використовуйте кнопку  на верхній панелі менеджера шарів для присвоєння шару умовного знаку.

Рамка й легенда (Frame and Legend). Відображається так само, як і Полігон/Полілінія, однак шари з таким типом не відсікаються по рамці при виводі карти на друк. Такий тип використовують для елементів зарамкового оформлення.

Таблиця (Table). Відображається у вигляді таблиці, що містить одну або більше колонок тексту. Атрибути лінії, описані вище, визначають вид сітки таблиці. Для того, щоб сітка була невидима, потрібно привласнити шару порожній тип лінії. Атрибути заливання визначають фон (або прозорість фону) таблиці. Шрифт тексту в таблиці задається в групі **Атрибути шрифту** на панелі праворуч.

Примітка: Для вставки в карту таблиць використовуйте команду Вставка|Таблиця, а для редагування тексту таблиці команду Правка|Об'єкт...

Сітка ЦМР (DEM-Grid) Відображається у вигляді регулярної або нерегулярної сітки висот (цифрової моделі рельєфу) [2].

Тріангуляційна мережа (TIN) Являє собою мережу тріангуляції, що будується за існуючими пікетами командою ЦМР|Створити TIN. Мережа тріангуляції може використовуватися для побудови горизонталей.

Розбивка по аркушах (Print Layout). Відображається у вигляді квадратів або прямокутників, що містять кути рамки листа карти.

Розбивка по аркушах вставляється в карту командою Вставити|Розбивка на аркуші, а для установки рамки в якості поточної використовуйте Карта|Установити рамку.

Об'єкти розбивки по аркушах не виводяться на принтер при роздрукуванні.

Група шарів (Group Layout). Даний тип шару використовується при експорті в деякі формати файлів, наприклад ArcView Shapefile, де об'єкти кожного шару (покриття) зберігаються в окремому файлі. Створення груп дозволяє зменшити число створюваних при експорті файлів, поєднуючи в групи подібні шари.

Наприклад, на карті є об'єкти, зібрані в шарах: **Ліс високостовбурний, Ліс низькостовбурний, Чагарник, Заліснена місцевість** і т.д. Тоді при експорті в ArcView Shapefile для кожного шару буде створений окремий файл.

Об'єднаєте схожі шари в групу. Для цього створіть групу **Рослинність**, у яку занесіть всі вищевказані шари. Тепер при експорті буде створюватися файл **Рослинність**, у який будуть занесені об'єкти всіх шарів, що входять у групу.

Атрибути зафарбування (Brush Attributes): Використовуйте список кольорів, що випадає, для завдання кольору зафарбування зі стандартної палітри Windows. Використовуйте список, що випадає, стандартних шаблонів для завдання типу зафарбування.

Примітка: Шаблон зафарбування є крапковим, тобто залежної від розміру пікселя конкретного пристрою: екран, принтер. Можливо також використання замість нього векторного типу штрихування за допомогою площинного умовного знака.



Використовуйте цю кнопку для вибору BMP- файлу як шаблон зафарбування об'єктів.

Розмір шаблону - 8 на 8 крапок. Якщо зображення в BMP- файлі має більший розмір, то використовується його ліва верхня частина.



Примітка: Можливо некоректне відображення растрових шаблонів на деяких типах принтерів і плоттерів.

Використовуйте цю кнопку для виклику розширеного діалогу визначення **кольору фону** (не з палітри Windows).

Статус шару (Layer State). Використовуйте список для зміни статусу позначеного шару (шарів). Шар може перебувати в одному з наступних станів:

Статус

Доступні операції

Що редагується (Editable)

Дозволені всі операції над об'єктами даного шару.

Що позначаються (Selectable)

Об'єкти даного шару видимі й можуть бути позначені, однак не можуть редагуватись.

Видимий (Visible)

Об'єкти даного шару видимі, однак не можуть ні позначатись, ні редагуватись.

Невидимий (Hidden)

Об'єкти даного шару не відображаються на карті й не можуть ні позначатись, ні редагуватись.

Діапазон видимості шару (Visible Scale Range): Використовуйте два списки, які випадають, для завдання самого крупного й самого дрібного масштабу карти, для яких буде відбуватися відображення даного шару.

Примітка: Використовується для універсальних (позамасштабних) класифікаторів для того, щоб сховати шари, які незастосовні для даного масштабу. Також може використовуватися для динамічної зміни складу відображуваних об'єктів залежно від поточного екранного масштабу (опція Застосовувати діапазон видимості в Сервіс|Настроювання|Вид).

Установка параметрів (полів бази даних), доступних для шару.

Для зміни параметрів, які доступні для позначеного шару (шарів), скористайтеся кнопкою на верхній інструментальній панелі. У викликаному вікні ліворуч перебуває список всіх параметрів карти, а праворуч - параметри, доступні для даного шару або шарів. Позначте необхідні параметри в лівому списку, а потім використовуйте кнопку **Сору** для переносу їх у правий. Аналогічно, позначивши шари в правому списку, можна повернути їх за допомогою кнопки **Remove**. Кнопка **Сору All** дозволить перенести всі параметри з лівого списку в правий, а **Remove All** - очистити правий список. Використовуйте також подвійне клікання лівою кнопкою миші на кожному з параметрів для переносу його з одного списку в інший.

Для додавання нових параметрів у список використовуйте Менеджер параметрів.

Вибір умовного знаку для шару



Для зміни умовного знаку, позначеного шару (шарів) скористайтеся кнопкою на верхній інструментальній панелі. У викликаному вікні висвітяться всі умовні знаки карти.

Для редагування бібліотеки умовних знаків карти використовуйте **Менеджер умовних знаків**. Поряд із зображенням умовного знака присутній також і його тип та об'єкти, для яких вони використовуються..

Позначте необхідний умовний знак і натисніть кнопку ОК. Використовуйте також подвійне клікання лівою кнопкою миші на кожному зі знаків для його вибору й закриття вікна умовних знаків (Рис.4.5.).

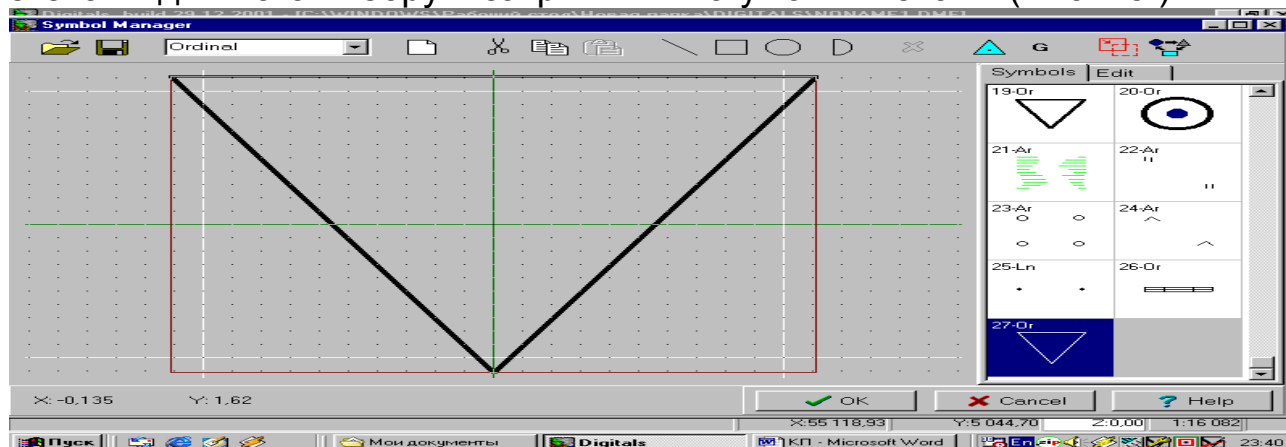


Рис. 4.5. Бібліотека умовних знаків

Про створення конкретних умовних знаків буде викладено нижче за текстом в наступному розділі (оцифрування растрових карт).

Контрольні питання:

1. Поясніть призначення та функції головної панелі інструментів.
2. З якою метою проводиться групування об'єктів і елементів географічної основи карти або плану?
3. Що означає збір даних з растрових джерел (карт, планів)? Послідовність його виконання.
4. Яке призначення шаблонів об'єкту?
5. Яку роль в режимі конструювання об'єкта відіграють кнопки закладки Збір, Фрагменти, Полігони, Список, Режим захоплення?
6. Розкрийте сутність та послідовність одиничного і множинного позначення при редагуванні об'єкта.
7. Що визначає геометричні контури об'єктів, та як їх можна змінити в процесі конструювання?
8. Які команди дозволяють змінювати спосіб зображення карти на екрані?
9. Назвіть, який з елементів цифрової карти є основною характеристикою об'єкта, визначає групову приналежність об'єкта і його вид на карті?
10. Яким чином будується ієрархія шарів ?
11. Обґрунтуйте зв'язок Параметрів, що зберігають для кожного об'єкта його унікальні властивості, з Менеджером шарів та підписами?
12. За якою командою створюється нове вікно із цифровою картою та, який треба завантажити файл, щоб нова карта містила дані про шари, параметри і умовні знаки?

5. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ "DIGITALS" У ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННІ ТА УПРАВЛІННІ ВОДНИМИ І ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ

5.1. Математична обробка результатів теодолітної зйомки

5.1.1. Математична обробка замкнутого теодолітного ходу

Програма призначена для обробки польових вимірів теодолітної й тахеометричної зйомки. Уведені дані зберігаються у внутрішньому форматі *.GDS. Результати обчислень можна вивести у вигляді журналу обчислень точок повороту, мережі теодолітних ходів, відомості обчислення координат і позначок висот тахеометричної зйомки або експортувати у формат Digitals *.DMF [2].

Щоб було зручніше вводити вихідні пункти, Models.exe повинен перебувати в тій же каталозі, де розташований Geodesy.exe.

Після запуску з'явиться робочий екран у режимі збору даних.

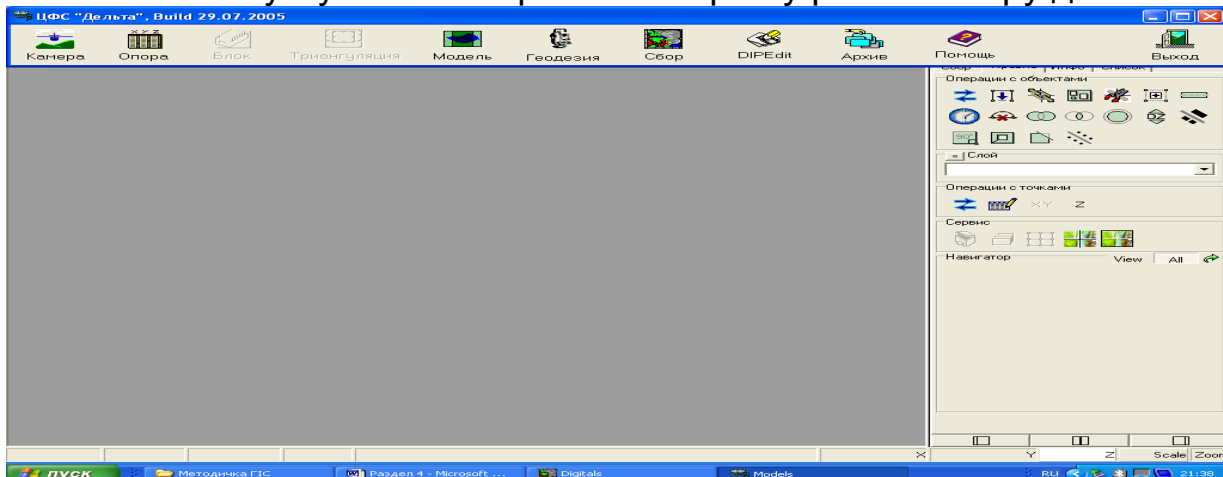


Рис. 5.1. Головний рядок меню команди Орієнтування

Підводимо курсор миші до клавіші Растр і в падаючому меню, що з'явилося, виділяємо Орієнтування.

На рядку головного меню включаємо клавішу Геодезія й з'являється екран для геодезичних розрахунків.

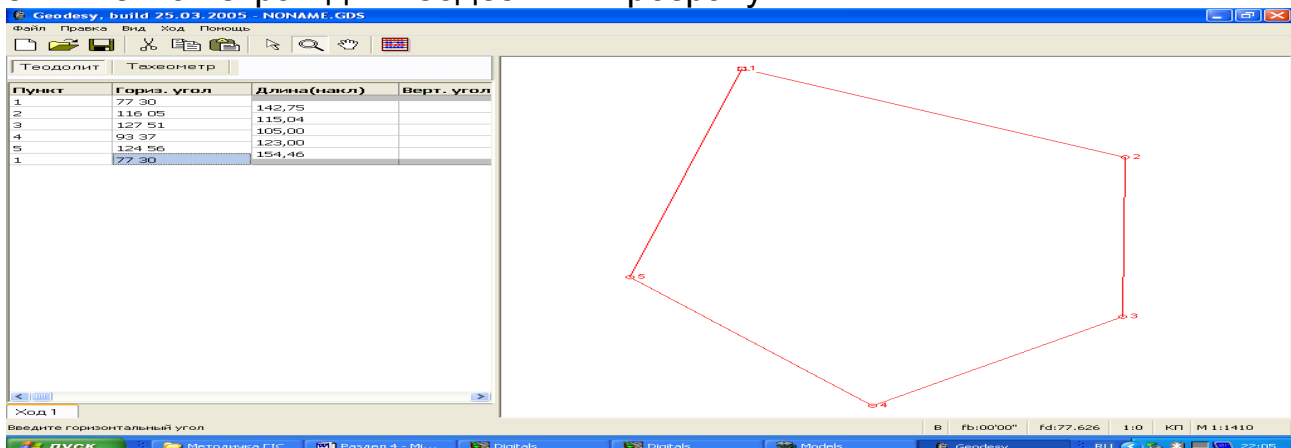


Рис.5.2. Робочий екран для введення даних

Панель інструментів. Панель інструментів складається із кнопок, причому багато з них дублюють команди **Головного меню**.



Перша група кнопок дублює часто використовувані команди меню **Файл: Створити, Відкрити й Зберегти**.

Друга група - дублює команди меню **Виправлення: Virізати, Копіювати й Вставити**. Остання група задає режим навігації за схемою ходів:



Установлює режим вибору активного ходу за схемою. Для вибору активного ходу досить клікнути біля точки ходу, якому необхідно вибрати.



Установлює режим збільшення/зменшення. Використовуйте ліву кнопку миші для збільшення, а праву - для зменшення масштабу схеми.



Установлює режим прокручування. Цей режим можна використовувати як альтернативу стандартним смугам прокручування Windows.

Щоб "прокрутити" зображення схеми ходів варто натиснути ліву кнопку миші й утримуючи її переміщати покажчик у необхідному напрямку.



Виконує обчислення всієї мережі ходів для випадку, якщо автоматичне обчислення відключене (див. Параметри|Головна|Автоматичне обчислення)

Вихідні пункти та дирекційні кути

Програма дозволяє задавати вихідні пункти (опорні точки) декількома способами.

1. В Models.exe (кнопка "**Опора**") задаються опорні точки. По завершенню введення координат точок варто закрити вікно "**Робота з опорними точками**" для збереження уведених даних в Models.ini.

У модулі Geodesy.exe опору варто завантажити командою "Файл|Завантажити опору...". Ця команда дозволяє завантажувати (замінити) прив'язочні точки з будь-якого *.ini файлу (включаючи Models.ini), у якому є присутнім секція [Ground Points]. Виконання даної команди має на увазі заміщення вже наявних вихідних пунктів пунктами з *.ini файлу. Якщо опорні точки перебувають у текстовому файлі, то завантажити їх можна також командою "Файл|Завантажити опору...". Для цього вибирається тип "ТХТ файлу" у діалозі відкриття файлів, що з'явився. Дані у файлі повинні йти в такій послідовності: Номер X Y [Z]. Висота точки не обов'язкова й може бути відсутня. Інформація може бути розділена пробілами, знаками табуляції, знаками: "|" (вертикальна риска), ";" (крапка з комою).

2. Інший спосіб задати вихідні пункти - безпосереднє введення в програму, використовуючи команду "Хід|Опорні точки". При цьому

з'являється вікно, у якому можна переглянути й змінити координати вихідних пунктів. Для додавання нової точки досить натиснути клавішу **Enter** у правому нижньому осередку таблиці. Програма автоматично привласнює новій точці наступний за порядком номер. Наприклад, якщо попередня точка була з номером 44, те нова буде - 45, а для точки Рп12 наступною буде Рп13. **Автономерація** буде відбуватися тільки у випадку, якщо останній символ назви точки закінчується на цифру. При зміні координат вихідних пунктів, ходи перераховуються [1,2].

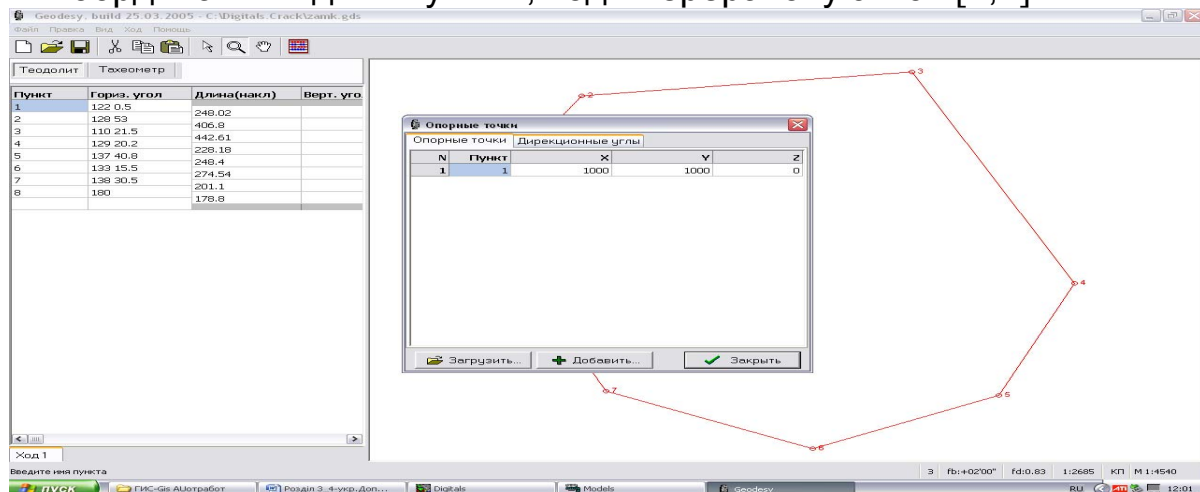


Рис. 5.3. Введення координат опорних точок

За допомогою контекстного меню (права кнопка миші) можна очищати або видаляти рядок, а також видаляти всі рядки.

Кнопка "Завантажити...". Ця кнопка дублює команду "Файл|Завантажити опору...". Тобто наявні точки заміщаються точками з файлу. Можна завантажувати як з *.ini файлу, так і з будь-якого текстового файлу.

Кнопка "Додати...". Вона виконує ті ж дії, що й попередня, але без видалення вже наявних точок з таблиці.

Кнопка "Закрити". Закриває вікно "**Опорні точки**". Крім уведення координат вихідних пунктів цей діалог дозволяє вводити вихідні дирекційні кути. Для цього варто перейти на закладку "**Дирекційні кути**".

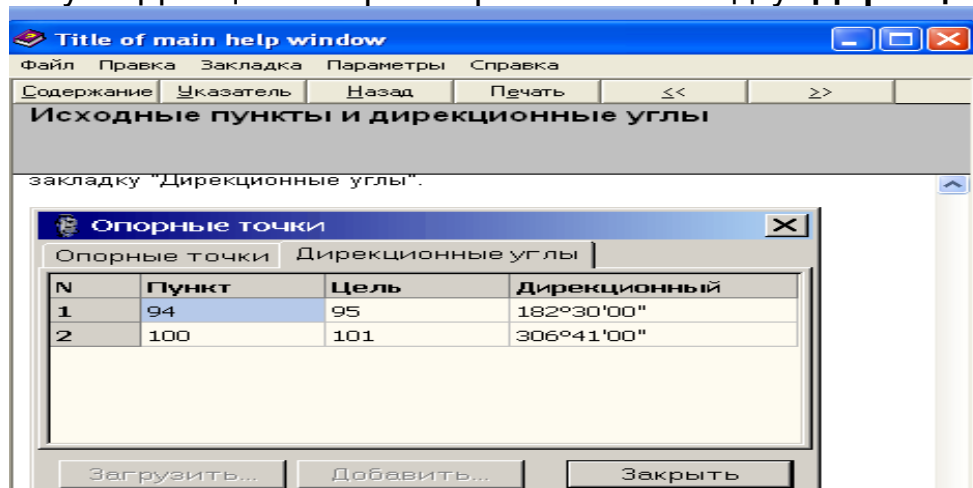


Рис. 5.4. Введення дирекційних кутів опорних ліній

Задані дирекційні кути будуть використовуватися як для обчислення ходів полігонометрії (теодолітних ходів), так і для обчислення тахеометрії.

Після введення опори, із клавіатури вводимо вихідні дані польових вимірів: **градуси й мінути** через пробіл, **десяті частки метра** через кому. Після вводу вихідних даних натискаємо клавішу **Файл** і в падаючому меню **Звіт**, одержуємо **відомість координат** (Рис. 5.5).

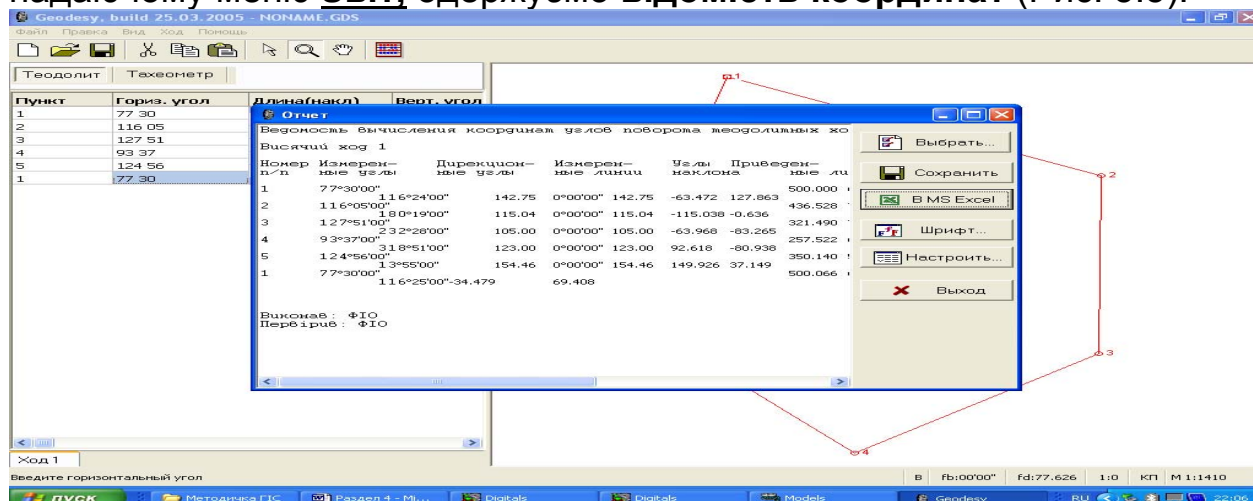


Рис. 5.5. Відомість координат замкнутого ходу у вигляді звіту

5.1.2. Математична обробка розімкнутого теодолітного ходу

Розімкнутий теодолітний хід опирається початковою й кінцевою точками на точки геодезичної мережі. Тому у вихідні дані вводяться координати початкової й кінцевої точок ходу, дирекційні кути початкової й кінцевої ліній, праві або ліві по ходу кути й довжини ліній. При включенні клавіші **Геодезія** вводять вихідні дані для розрахунку відомості координат.

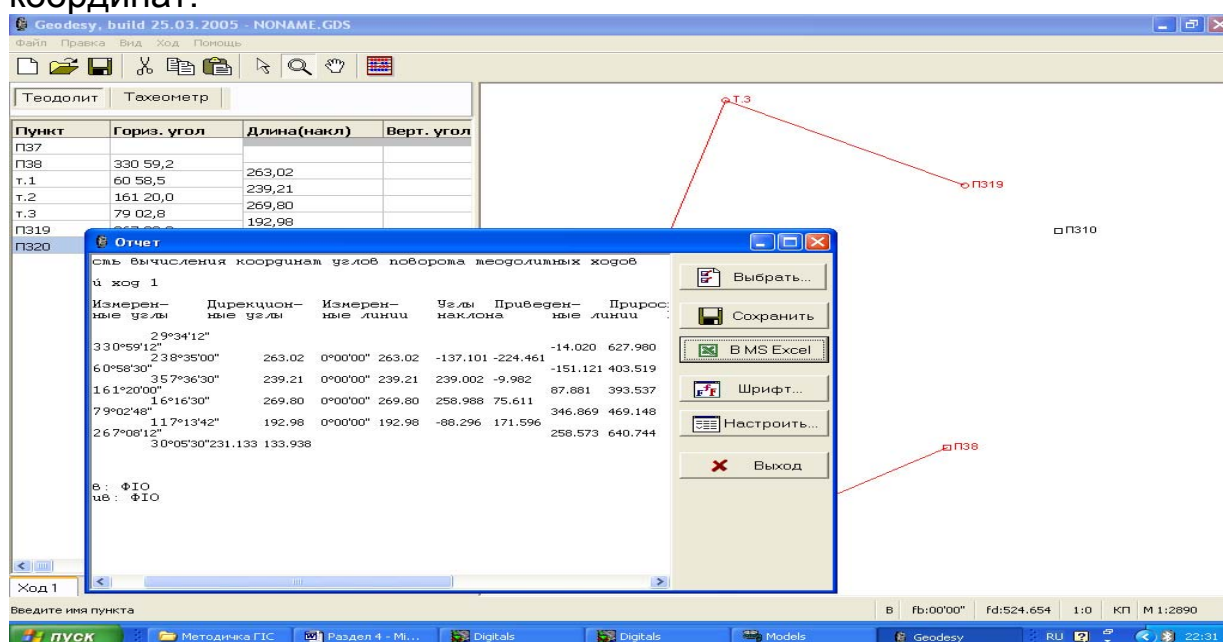


Рис.5.6. Відомість координат розімкнутого ходу у вигляді звіту

5.2. Побудова топографічного плану за результатами площинного нівелювання

Робота складається з наступних операцій:

- запуск програми, підготовка планової основи;
- створення сітки квадратів і присвоєння відповідних висот кожній вершині квадратів;
- побудова горизонталей.

Запуск комп'ютерної програми робимо подвійним кліканням лівої кнопки миші по клавіші **GED**. Настроювання робочого екрана починаємо із клавіші меню Створити. Щоб рамку аркуша можна було коректувати, необхідно в Статусі шару (меню **Шари**) відзначити **виправлення**. Далі, у меню Властивості карти вказати масштаб плану, розміри аркуша й координати лівого нижнього кута рамки. Таким чином ми отримуємо основу плану.

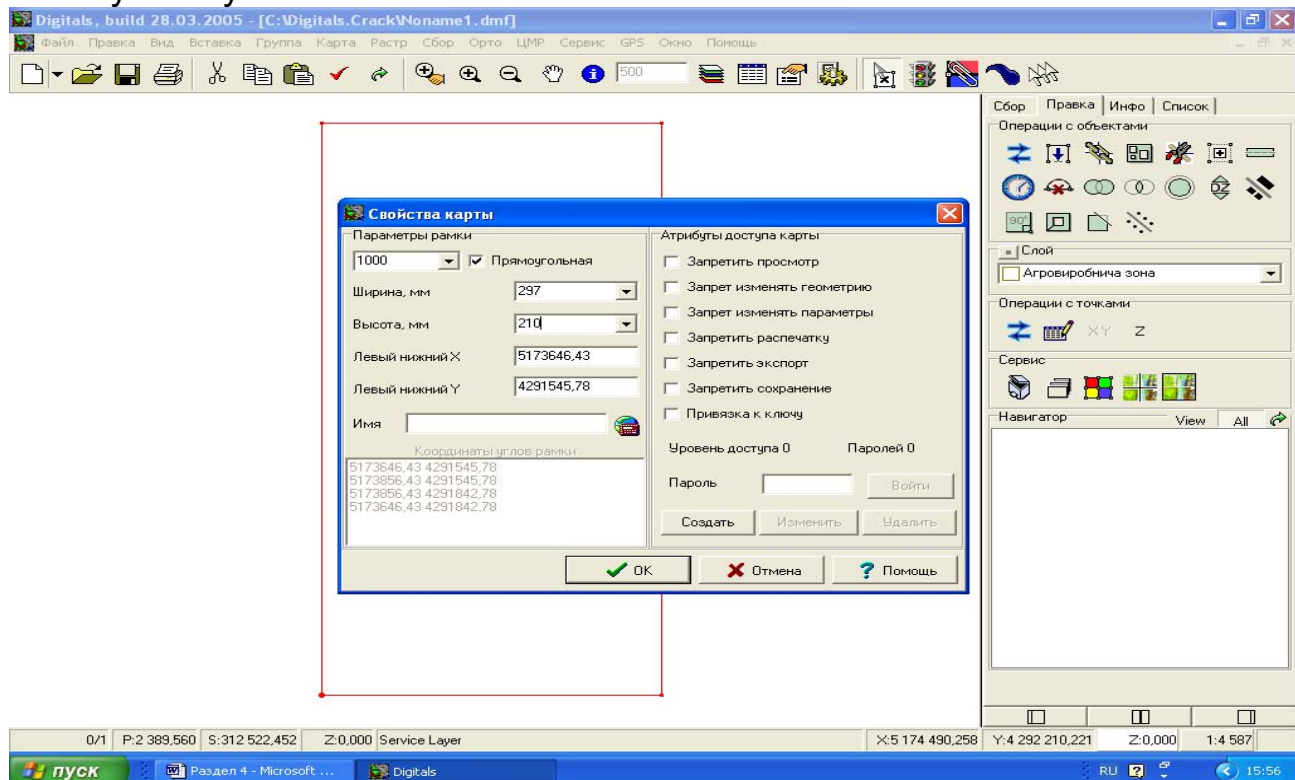


Рис. 5.7. Настроювання аркуша карти

На основі плану будуємо координатну сітку за допомогою команди Вставка|Сетка. З'являється діалогове вікно в якому необхідно вказати крок сітки, і її вид (суцільна або перекрестие). На основі креслення з'явиться координатна сітка в масштабі плану. Кожній вершині квадрату сітки привласнюємо висоту, користуючись командою Инфо. Для побудови горизонталей включити ЦМР, Створити ЦМР, а потім Растр, Побудова горизонталей. У діалоговому вікні необхідно вказати висоту перетину рельєфу.

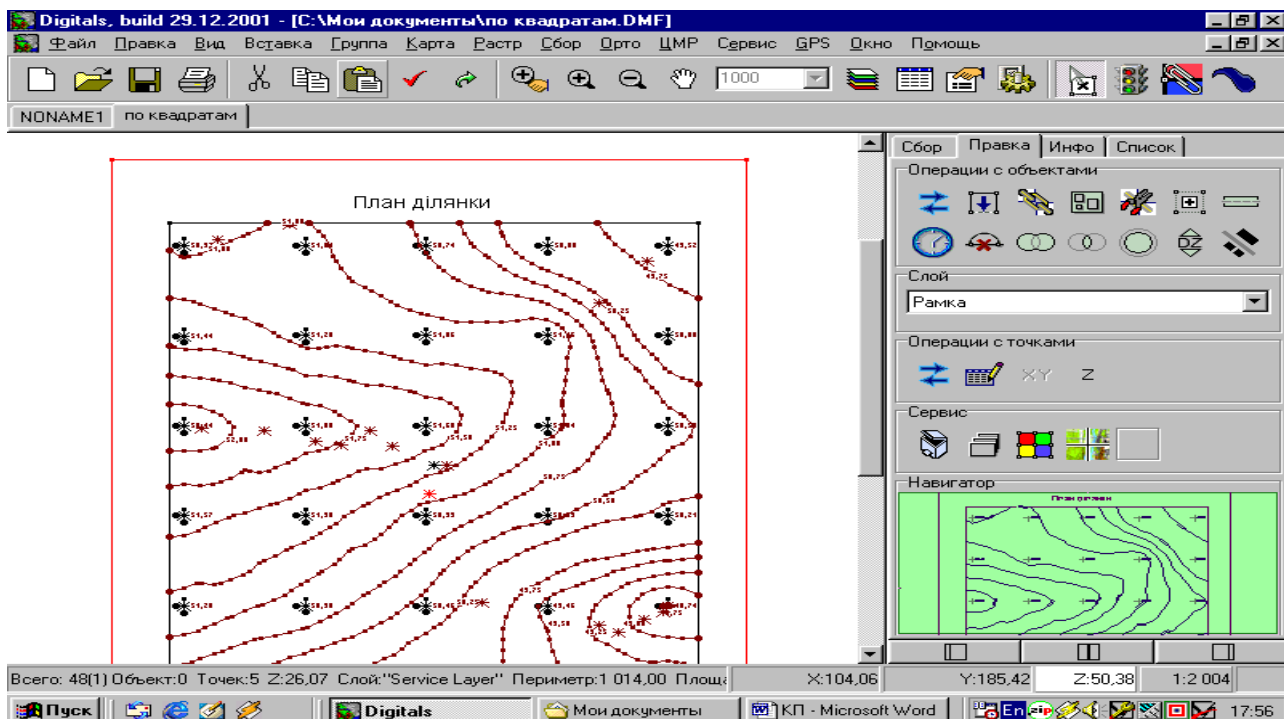


Рис.5.8. Побудова горизонталей

5.3. Оцифрування карти

5.3.1. Запуск комп'ютерної програми “Digitals”

Запуск комп'ютерної програми “Digitals” здійснюється подвійним натисканням лівої кнопки миші на клавішу “GED”. Після запуску з'являється робочий екран у режимі збору даних (Рис. 9).

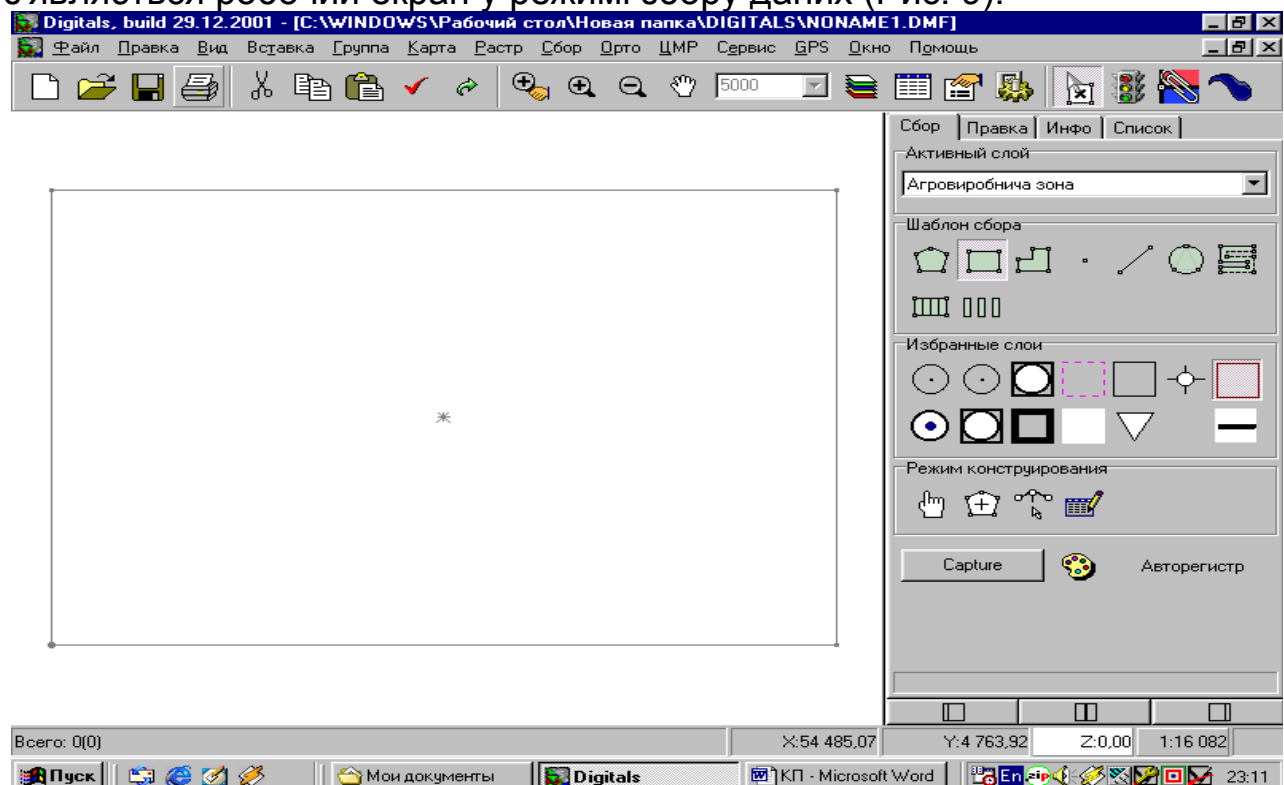


Рис.5.9. Режим збору даних

Над робочим екраном знаходяться два рядки: рядок команд і рядок меню. Програма дозволяє робити збір векторної інформації з растрових зображень (ручну векторизацію) і з відсканованих карт (планів). Курсор миші в режимі **Збір** має вигляд перехрестя.

5.3.2. Підготовка планової основи

Для створення карти за растровими зображеннями необхідно настроїти робочий екран [4;5]. Для цього включаємо кнопку меню "Властивість карти". У вікні "Властивості карти" необхідно вказати масштаб і формат листа, тобто створити шаблон карти. Шаблон являє собою карту, що не має об'єктів, але утримує погоджене настроювання шарів, параметрів об'єктів і бібліотеку умовних знаків. Після читання цифрової карти з файлів інших форматів, відмінних від DMF, можливо буде потрібно виконати створення і настроювання шарів, параметрів і ін. Для того, щоб не повторювати цю процедуру для кожного планшета, створюється шаблон карти, що містить усі необхідні настроювання.

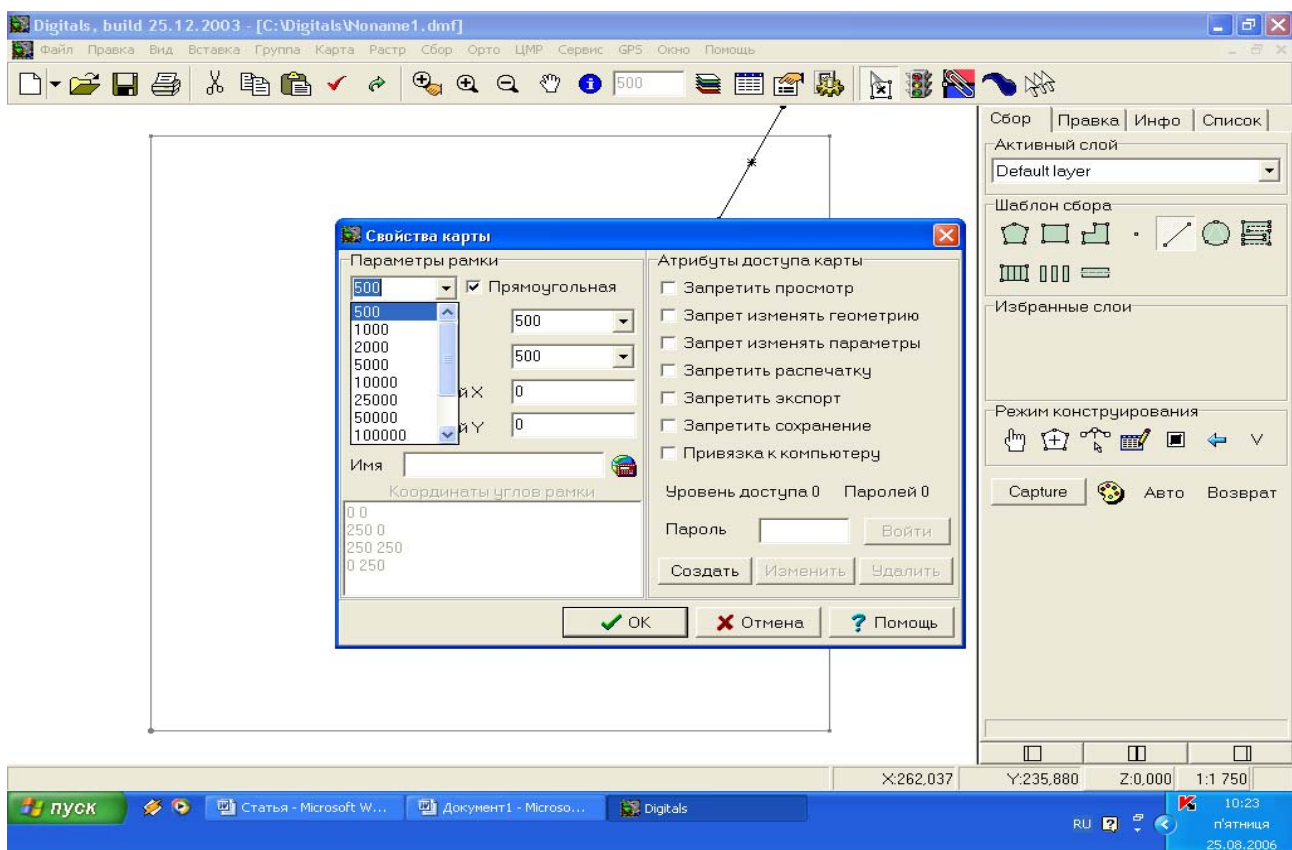


Рис.5.10. Настроювання робочого екрану

Для того, щоб призначити шаблон за замовчуванням, запишіть його в директорію \Digitals\ під ім'ям Normal.dmf. Такий шаблон буде завантажуватися автоматично, щораз при виконанні команди Файл|Створити. У цьому випадку створена для збору по растрах нова цифрова карта буде відразу містити потрібні шари, параметри, умовні знаки та інші установки.

5.3.3. Підготовка растрового зображення карти

Растровий файл створюється за допомогою сканера і спеціальної програми сканування (уведення зображення в комп'ютер). Потім скановане зображення карти необхідно зорієнтувати та ввести його в шаблон. Для цього скористаємося командою "Растр|Орієнтування|Опора". Якщо координати вершин трапеції не відомі, то достатньо зорієнтувати один (будь – який квадрат) кілометрової мережі в умовній системі координат.

Нумеруються кути квадрату кілометрової мережі в наступному порядку.



Точка 4 має найменшу абсцису і найменшу ординату. Умовні координати вводимо в таблицю команди "Орієнтування" (Рис. 5.11).

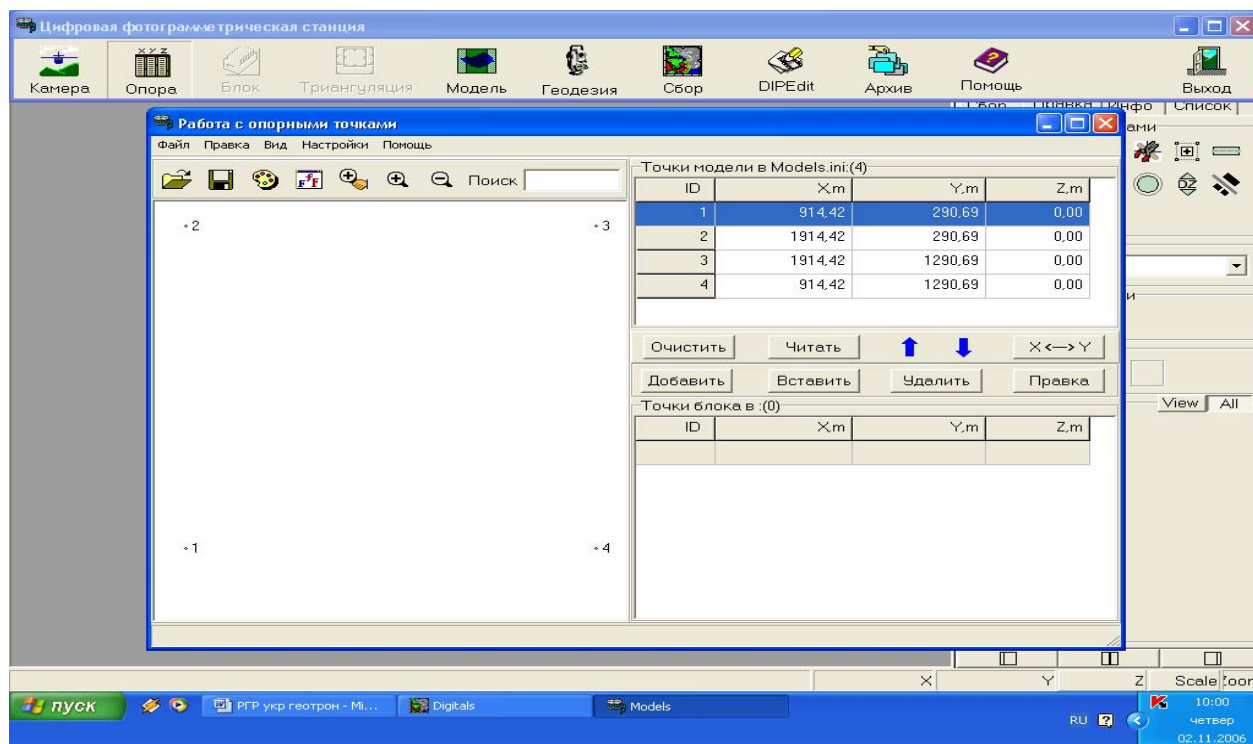


Рис. 5.11. Работа с опорными точками

Після введення координат вершин квадрату робимо їх активними і зберігаємо. Далі включаємо команду "Модель|Зовнішнє орієнтування" [2;5].

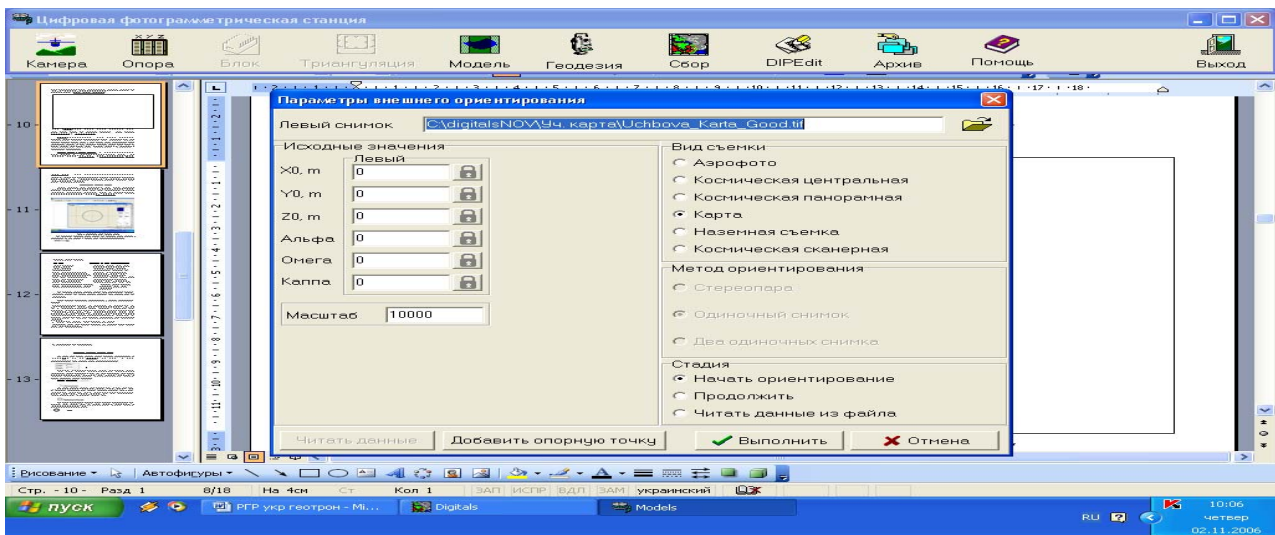


Рис. 5.12. Параметры зовнішнього орієнтування

В діалоговому вікні встановлюємо масштаб карти і шлях знаходження растру. Після натискання клавіші **"Виконати"** на екрані з'явиться карта. Курсор миші прийме вид перехрестя світло-зеленого кольору. Курсор підводимо до першого кута квадрата, суміщаємо його з точкою і клікаємо лівою кнопкою миші. Потім підводимо до другої вершини і також клікаємо лівою кнопкою миші. Третя і четверта вершини квадрата зорієнтуються автоматично. Зберігаємо зорієнтований растр карти та включаємо команду **"Збір"** і в створений формат листа вводимо зорієнтований растр карти.

Команда **"Вставити"** вставляє об'єкти, що знаходяться в буфері обміну, в активну карту. Об'єкти повинні бути попередньо скопійовані в буфер командами **"Правка|Вирізати"** або **"Правка|Копіювати"**.

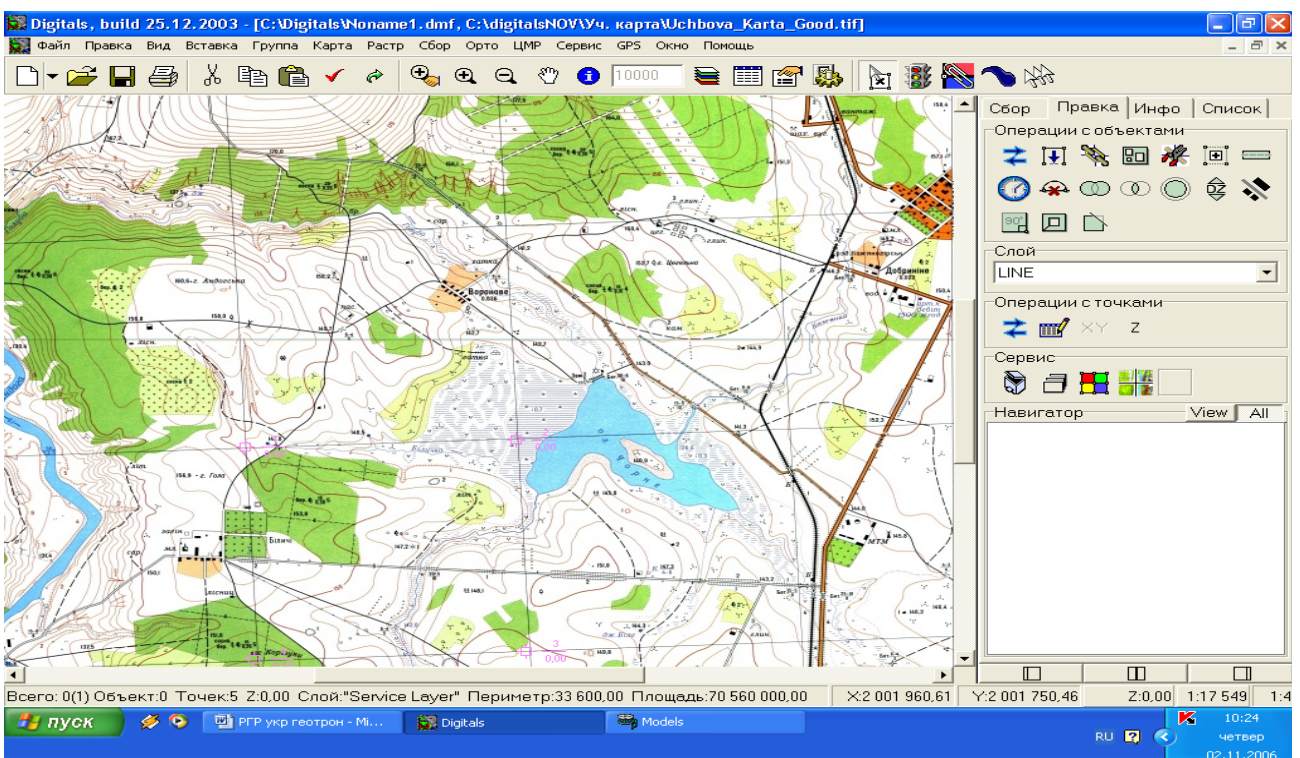


Рис. 5.13. Зорієнтований растр карти

Примітка: При вставці об'єктів з буфера в інше вікно зберігаються всі атрибути шарів, параметрів і умовних знаків карти - "господаря" вікна. Після вставки об'єктів однієї карти в іншу список шарів результуючої карти поповниться шарами, до яких належать вставлені об'єкти (якщо серед цих шарів присутні такі, котрих немає в активній карті). Те ж відноситься до параметрів і умовних знаків.

5.3.4. Вставка растра з буфера обміну

Для вставки растрового зображення досить скопіювати його в буфер обміну з будь-якої графічної програми, а потім скористатися командою Правка|Вставити або Виправлення|Спеціальна вставка|В поточну позицію. Функція дозволяє вставити об'єкти з буфера обміну в центр екрана. Це корисно для копіювання елементів легенди і зарамкового оформлення. Перед початком роботи з растровим зображенням необхідно орієнтувати його в системі прямокутних координат.

5.3.5. Створення умовних знаків

Місцеві предмети і рельєф показуються на картах і планах відповідними умовними знаками. У свою чергу умовні знаки підрозділяються на площинні (масштабні), позамасштабні, пояснювальні і лінійні. Для створення бібліотеки умовних знаків скористаємося командою Карта|Умовні знаки [1,3].

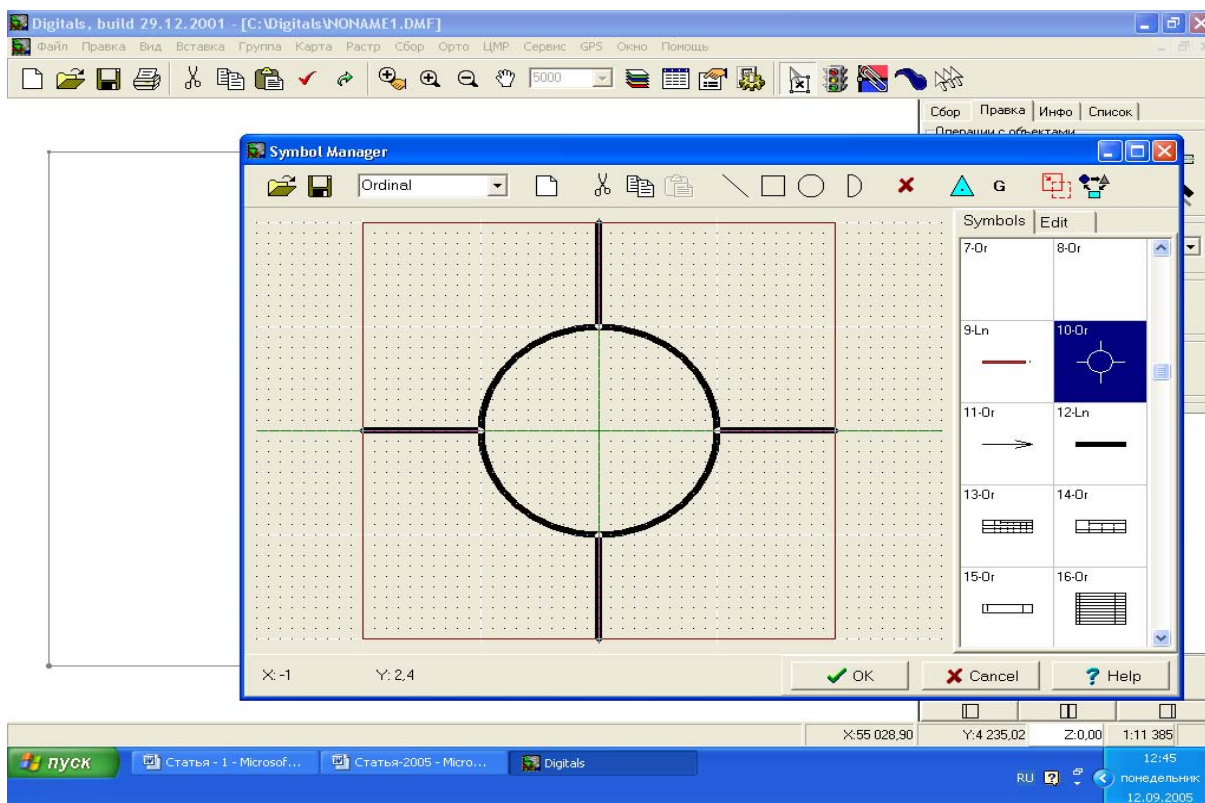


Рис. 5.14. Створення нових умовних знаків

Для створення умовного знаку вкажіть його тип, який можна вибрати зі спадаючого до низу списку на верхній панелі інструментів Менеджера:



Можливі наступні значення:

Тип знаку	Об'єкти, для яких використовується
Ordinal (Одиночний)	Наприклад: колодязь, ліхтар, репер;
Linear (Лінійний)	Наприклад: огорожа, межа, укiс;
Areal (Площинний)	Наприклад: газон, рослинність, сад;
Oriented linear (Лінійно-орієнтований)	Наприклад: лінії електропередачі;
Scalable linear (Лінійно-масштабований)	Наприклад: укiс, підпірна стінка;
Corner Ordinal (Поодинокі-кутовий)	Наприклад: міст, альтанка, навіс на стовпі;
Corner Linear (Лінійно-кутовий)	Наприклад: квартали проєктовані;
Double Linear (Двохлінійний)	Наприклад: дороги, шосе, канали та ін.;
Shading Absolute (Штрихування абсолютне)	Наприклад: болото, солончак;
Shading Relative (Штрихування відносне)	Наприклад: будівлі нежилі вогнестійкі.

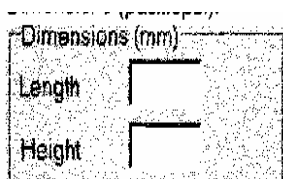
Для того щоб створити **Лінійний** умовний знак, виберіть точку прив'язки в крайньому лівому куті об'єкту. Довжина умовного знаку визначає крок його повторення.

Точка прив'язки **Площинного** умовного знаку, як правило, розташовується в центрі.

Лінійно-орієнтований умовний знак відрізняється від **Лінійного** тим, що він не тиражується з постійним кроком, а малюється на кожній точці об'єкту (наприклад, на кожному стовпі ЛЕП). На кожній точці об'єкту за винятком першої й останньої знак відображається двічі: у напрямку попередньої і наступної точок. **Лінійно-масштабований** умовний знак використовується для об'єктів типу укiс, підпірна стінка і т.д. Щоб його створити, дотримуйтесь такої послідовності операцій:

- 1) Виберіть точку прив'язки в лівому крайньому куті об'єкту;
- 2) Проведіть зверху вниз службову лінію, що буде визначати висоту умовного знаку (межа масштабування);
- 3) Проведіть інші лінії умовного знаку [1;3].

5.3.6. Задавання розмірів умовного знаку



Для того, щоб задати розміри знаку, потрібно переключитися на закладку **Edit** на правій панелі Менеджера, і увести значення в поля введення **Length** (довжина) і **Height** (ширина) у групі **Dimensions** (розміри) [1;3]:

Малювання умовного знаку. Після того, як створений порожній умовний знак, необхідно створити геометричні фігури (елементи), з яких він буде складатися. Щоб почати малювати окремий елемент, натисніть на одну з зазначених нижче кнопок, для вибору необхідного режиму малювання.

Режими малювання:



Полілінія

Для збору полілінії клікніть лівою кнопкою миші на першій точці лінії, яку збираєтесь побудувати, потім підведіть курсор до наступної точки і знову клікніть лівою кнопкою миші. Коли всі потрібні точки будуть зібрані, клікніть правою кнопкою миші для закінчення побудови лінії.



Прямокутник

Для збору прямокутника підведіть курсор до точки лівого верхнього кута і клікніть лівою кнопкою миші. Далі наведіть курсор на правий нижній кут прямокутника і зареєструйте його.



Коло

Для збору кола підведіть курсор до його центру, і клікніть лівою кнопкою миші. Далі перемістіть курсор на будь-яку точку, що знаходиться на колі, і зареєструйте її.



Півколо

Для збору півкола спочатку зареєструйте центр його діаметра, потім один з кінців діаметра. Поточний режим малювання не припиняється з побудовою одного елемента. Він буде діяти до натискання на іншу кнопку на верхній панелі.

Позначення елементів знаку. Всі операції над елементами знаку можна робити тільки тоді, коли вони позначені [1]. Для того, щоб позначити елемент умовного знаку, просто клікніть лівою кнопкою миші на робочому полі поблизу потрібного елемента. Він намітиться (перемінить свій колір на червоний). Якщо намітився не той елемент, що був потрібний, виходить, він знаходиться ближче до місця, на якому ви клікнули. Спробуйте клікнути ще ближче до необхідного елемента. Після позначення потрібного елемента ви можете робити над ним різні операції редагування: видалити весь елемент, видалити чи перемістити одну або частину його точок, перемістити весь елемент в інше місце, установити атрибути зображення знаку.

Якщо який-небудь елемент уже намічений, а ви позначаєте інший елемент, то мітка з раніше наміченого елемента знімається і переходить на елемент, що позначений останнім. Таким чином, при звичайному способі позначення може бути намічений тільки один елемент. Якщо необхідно позначити кілька елементів, то намітьте перший з них

звичайним способом, а всі наступні позначають, утримуючи клавішу <Ctrl>. При цьому мітка з раніше позначених об'єктів зніматися не буде. Сигналом того, що діє режим множинного позначення, служить знак + біля стрілки покажчика миші який з'являється при натисканні клавіші <Ctrl>.

Примітки:

- 1) Якщо намічено кілька елементів, то всі зміни атрибутів, переміщення і видалення елементів будуть стосуватися всіх позначених елементів.
- 2) Для того, щоб позначити всі елементи знаку відразу, скористайтесь контекстним меню знаку (викликається натисканням правої кнопки миші на робочому полі).
- 3) У цьому меню виберіть команду **Select All** (вибрати усе). Можна також зняти мітку з усіх позначених елементів знаку, виконавши команду цього ж контекстного меню **Deselect All** (зняти позначку з усіх).
- 4) Відразу ж після побудови елемента (елементів) знаку він (вони) знаходяться в позначеному стані. Однак, якщо включено режим побудови якого-небудь типу елементів, то не можна зняти мітку, позначити інший об'єкт і встановлювати атрибути. Виключіть режим побудови і лише потім приступайте до редагування елементів.

Зміна форми існуючих елементів знаку

Іноді буває необхідно виправити форму елемента, тобто пересунути одну або кілька точок полілінії, або прямокутника, збільшити радіус кола або півкола, змінити орієнтацію півкола, або ж перемістити весь елемент в інше місце, не змінюючи його контурів [1]. Це робиться в такий спосіб:

- 1) Позначте елемент, який потрібно змінити.
- 2) Наведіть стрілку курсора на одну з точок повороту (для полілінії), одну з вершин (для прямокутника), будь-яку точку на колі або на один з кінців діаметра півкола. При цьому курсор прийме форму кола з стрілками, що розходяться від нього по діагоналі.
- 3) Натисніть ліву кнопку миші, і, утримуючи її в натиснутому стані, пересувайте курсор у потрібну позицію. При цьому точка разом із сусідніми лініями (полілінія/прямокутник) буде переміщатись, окружність або півколо будуть розтягуватись/стискатись.
- 4) Коли потрібне положення досягнуто, відпустіть ліву кнопку миші. Елемент зафіксується в новому положенні. Таким чином, при редагуванні побудованого раніше елемента знака слід спочатку його позначити, а потім пересувати його точки в потрібному напрямку, також як і при побудові елемента. Різниця полягає тільки в тому, що при русі точок існуючого елемента потрібно утримувати ліву кнопку миші. Якщо необхідно видалити точку полілінії, потрібно виконати кроки 1 і 2, а потім натиснути клавішу Delete (Del). Точка з прилягаючими лініями буде вилучена [1;2].



Режим переміщення

Якщо ви хочете пересунути один або кілька елементів разом, клікніть по цій кнопці на верхній панелі інструментів. Позначте потрібний елемент (елементи), наведіть курсор на одну з його точок і перемістіть елемент у нову позицію, натиснувши, і утримуючи ліву кнопку миші. Щоб виключити режим руху об'єктів, знову клікніть на цій кнопці.

Зміна атрибутів елементів знаку. Для зміни атрибутів, створених раніше одного або декількох елементів, потрібно їх позначити, а потім переключитися на закладку **Edit** на правій панелі **Менеджера**. На ній знаходяться дві позиції:

Група атрибутів лінії. Тут ви можете вибрати один зі стандартних кольорів для зображення контурів елемента в спадаючому списку **Color** і змінити товщину лінії умовного знаку (у **десятих частках міліметра**) за допомогою поля введення **Width**.

Створення шарів карти та оцифрування їх. Для створення шарів скористаємося командою "**Шари**" [1;2]. Для додаткового шару досить активізувати будь-який шар і клікніть правою кнопкою миші. З'явиться діалогове вікно, у якому потрібно вказати назву шару і зареєструвати його. Цьому шарові привласнити умовний знак з бібліотеки умовних знаків (Рис. 5.15).

5.3.7. Оцифрування пікетів місцевості і місцевих предметів, що розташовані на растровому зображенні фрагмента карти

Кожен елемент карти оцифровується відповідним умовним знаком у своєму шарі. Якщо це буде лінійний умовний знак, то він обов'язково оцифровується за ходом годинникової стрілки. Висоти пікетів привласнюються в режимі **Інфо**. Висоти привласненого пікету на карту переносяться методом "перетягування", як будь-який підпис.

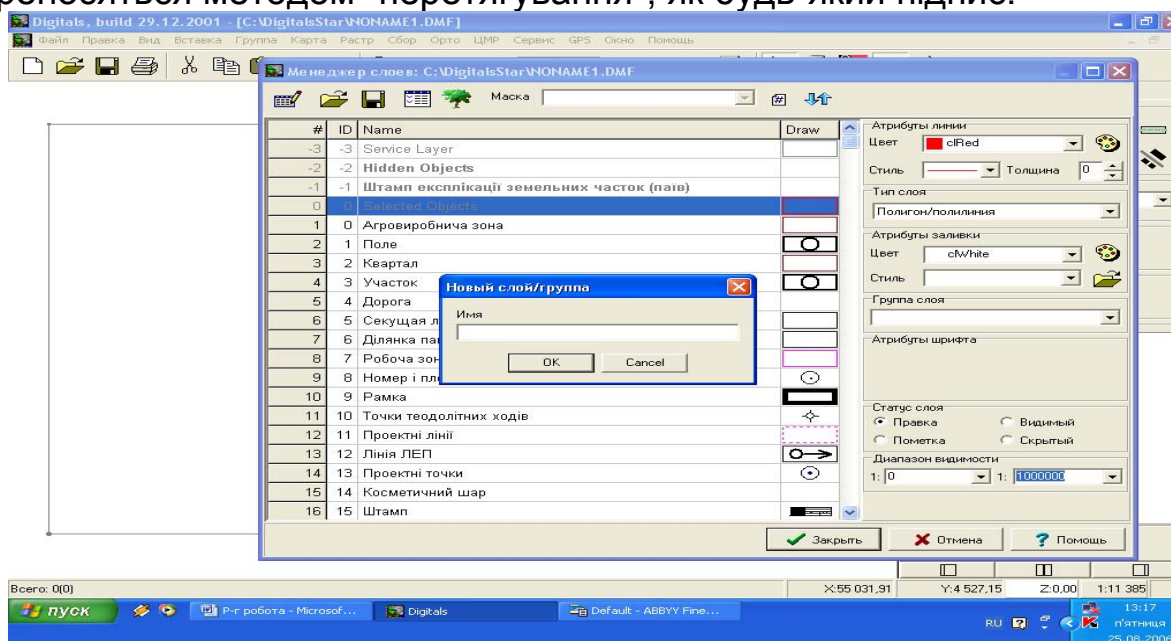


Рис. 5.15. Менеджер шарів

Оцифрування рельєфу місцевості, зображеного на карті.

Оцифровують горизонталі, відображені на растрі, у шарі "горизонталь". Потовщені горизонталі проводять товщиною полілінії 0,3 мм, а кратні висоті перетину рельєфу 0,1мм. Точки позначених горизонталей намічаються вузликами. За допомогою вузликів можна коректувати положення горизонталей, попередньо включивши команду "згладжування" [2].

5.3.8. Виведення створеної карти на друк

Для друкування карт можна використовувати одну з наступних команд:

1) Команда Файл|Друк... виводить на принтер фрагмент карти, обмежений рамкою і зарамкове оформлення.

Параметри рамки задаються в команді Карта|Властивості. Для того, щоб установити рамку на весь розмір карти, використовуйте Карта|Помічені в рамку після того, як позначите всі об'єкти.

2) Команда Файл|Друк вікна... виводить на друк фрагмент карти, який у даний момент видно на екрані.

***Примітка:** Вибір у вікні діалогу друку опцій Усі/Виділений дозволяє роздруковувати як поточне вікно, так і усі відкриті вікна.*

5.4. Застосування "Digitals" для землевпорядкування

5.4.1. Загальні положення

Наявність безлічі функцій, характерних для ГІС дозволяє використовувати "Digitals" не тільки для топографії, але й для цілей землевпорядкування й ведення кадастрів [1,4,5].

Гнучка система параметрів об'єктів (полів бази даних), що настраюються Користувачем дозволяє поряд з геометрією об'єктів зберігати різні додаткові атрибути. Інтеграція в одному файлі векторних карт в умовних знаках, атрибутивної інформації, таблиць, графічних зображень, підписів і посилань на зовнішні файли.

Функція пошуку дозволяє робити **вибір** об'єктів за різними критеріями й організовувати їх у групи.

Система звітів використовується для видачі структурованих текстових даних в інші системи, з метою наступної обробки й форматування.

Функція створення налаштованих графічних документів дозволяє створювати плани земельних ділянок, державні акти, експлікації й інші документи з необхідним оформленням.

Окрема група функцій призначена для розпаювання земельних ділянок по заданій площі, проектування кадастрових кварталів із вставкою доріг, створення кадастрових обмінних файлів.

5.4.2. Розпаювання земельних ділянок

Функція розпаювання дозволяє розділяти земельну ділянку (полігон) на ділянки заданої площі уздовж зазначеної межі із вставкою доріг [1;4]. При наявності земельних зон (агрогруп), що мають різні коефіцієнти якості (вартості) розподіл буде відбуватися з їх врахуванням.

Приклад списку шарів для цілей розпаювання:

0. Агрогрупи
1. Поле
2. Квартал
3. Ділянка
4. Дорога
5. Січна лінія
6. Розпізнавальні знаки
7. Проміри

Найменування, коди й порядок шарів можуть бути довільними. Шар, що містить агрогрупи повинен іти першим за порядком. Межі зон агрогруп повинні бути замкнутими полігонами без перетинів. Допускається вкладеність однієї зони в іншу, наприклад заболочена зона або зона опори ЛЕП, не підлягаюча включенню в ділянки (повинна мати нульовий бонітет).

Нижче наведений приклад списку параметрів:

1. Бонітет ! наприклад 0.8, 1.0, 1.2
2. Найменування агрогрупи
3. $=P[1]*4686$ Вартість ! 4686 – вартість умовного гектара (бонітет якого = 1)
4. Номер ділянки
5. NM ПІБ фізичної особи або назва юридичного
6. $=FIO(P[5])$ ПІБ в називному
7. $=FIR(P[5])$ ПІБ в родовому
8. $=FID(P[5])$ ПІБ в давальному
9. $=ROP(P[5])$ ПІБ (повністю) у родовому
- 10 $=DAP(P[5])$ ПІБ (повністю) у давальному відмінку

Вартість умовного гектара (4686) являє собою середньозважену вартість по господарству. Перший параметр (тип Речовинне) повинен містити числові коефіцієнти, що визначають якість землі для кожного полігону із шару Агрогрупи, другий – найменування зони.

Для визначення бонітету потрібно розділити вартість гектара кожної агрогрупи на ціну умовного гектара, тобто середньозважену по господарству (4686).

5.4.3. Приведена й фізична площі

Співвідношення між ними наступне. Наприклад, поле з фізичною площею (S) в 100га цілком перебуває в агрогрупі з коефіцієнтом бонітету 1.2. У цьому випадку його приведена площа буде дорівнює 120га. Якщо поле з тією же фізичною площею ($S=100$ га) перебуває усередині агрогрупи з бонітетом 0.7, то його приведена площа буде 70га. Якщо на території поля або земельної ділянки є кілька земельних зон, то його площа буде розрахована як сума площ перетинань із кожною зоною помножених на відповідні бонітети [1;4].

Нехай те ж поле розташоване в трьох агрогрупах з бонітетами 1.2, 1 і 0.8, і площі перетинань агрогруп із полем становлять 20;30 і 50 га відповідно. У такому випадку приведена площа поля складе $20 \times 1.2 + 30 \times 1 + 50 \times 0.8$. Приведена площа прямо зв'язана з вартістю, так якщо у двох ділянок однакова приведена площа (але різна фізична), то і їхня вартість також однакова. Перерахування приведеної площі у вартість виконується множенням на вартість одиничного гектара (гектара агрогрупи з бонітетом 1.0) заданої в групі Установки.

Всі функції розпаювання працюють тільки з приведеною площею, назва Площа у формі розпаювання завжди має на увазі площу, перераховану з урахуванням бонітету (коефіцієнта якості землі). Далі в цьому описі слово площа буде використано саме в такому контексті. Фізична площа (Area) позначена як S .

Примітка: У тому випадку, якщо розподіл виконується без врахування агрогруп (у першому за порядком шарі "Агрогрупи" немає жодного об'єкту), то фізична й приведена площі збігаються.

Поділ ділянки (Сервіс|Розділити по площі...)

Для поділу ділянки проведіть лінію, використовуючи звичайні засоби **збору**. Позначте поле (квартал) і січну лінію, потім виберіть пункт меню Сервіс|Розділити по площі...

Уведіть площу, яку повинні мати ділянки після розподілу. Програма висвітлить число ділянок, які будуть утворені. Позначте прапорець, Без залишку, якщо хочете одержати задану кількість ділянок без залишку, при цьому площа розподілу буде дещо змінена й висвітлена праворуч.

У якості січної також може виступати лінія, що складається більше ніж з 2 точок. Якщо необхідно розділити квартал уздовж однієї з його сторін то, перед початком розподілу її потрібно замаркувати, клікнувши на ній лівою кнопкою миші втримуючи натиснутою клавішу **<Alt>**. У цьому випадку окрема січна лінія не потрібна.

Поділ поля на квартали із вставкою доріг (Сервіс|Вставити дороги...)

Розділіть поле на квартали, як описано вище. Проведіть лінії в тих місцях (між кварталами), де необхідно вставити дороги. Позначте поле й виконайте пункт меню Сервіс|Вставити дороги..., уведіть ширину доріг у

метрах. Після цього програма рівномірно модифікує всі квартали, що перебувають усередині поля зі збереженням співвідношення площ, звільняючи місце для доріг.

Перезрівнювання 2 сусідніх ділянок (Сервіс|Зрівняти по точці).

Необхідність в зрівнюванні виникає при редагуванні ділянок, створених у процесі розподілу. Наприклад, дві суміжних ділянки мають загальну лінію (дві загальних точки). При цьому необхідно синхронно перемістити одну із загальних точок (при натиснутій кнопці **Скріпка** на верхній панелі) для узгодження із сусідніми ділянками.

Допустимо, обидві ділянки до переміщення мали рівну площу - по 2 га кожна. Після переміщення загальної точки їхні площі стали 1.9 і 2.1 га. Для перезрівнювання потрібно позначити обидві ділянки й замаркувати їх другу загальну точку (на кожній з ділянок). Після зрівнювання загальна точка буде переміщена в положення, коли площі обох ділянок стануть рівні 2 га.

5.4.4. Формування звіту (Сервіс|звіт...)

Привласніть номери створеним земельним ділянкам, позначте їх і виберіть пункт меню Сервіс|Звіт..., задайте вид звіту як Список земельних зон і включіть номер ділянки в список параметрів звіту. Створений звіт буде мати такий вигляд:

Номер Ділянки	Назва агрогрупи	Площа	Коефіцієнт бонітету	Вартість гектара	Вартість приведена
100		3.5570			10791.24
	5в	1.0998	0.76	2026.03	2228.16
	5б	0.3593	0.40	1072.60	385.39
	133в	1.4693	1.74	4647.95	6829.11
	8в	0.6286	0.80	2145.21	1348.57
101		5.2738			10791.23
	5б	2.4727	0.40	1072.60	2652.22
	133в	0.1548	1.74	4647.95	719.40
	133г	0.5849	1.92	5124.66	2997.45
	8в	2.0614	0.80	2145.21	4422.16
102		4.3647			10791.24
	5б	0.5564	0.40	1072.60	596.81
	133г	0.6796	1.92	5124.66	3482.67
	8в	3.1287	0.80	2145.21	6711.76

Докладний звіт по ділянках

Для створення звітів, що містять крім параметрів об'єктів ще й список координат, довжин і кутів скористайтеся функцією Сервіс|Звіт... і виберіть тип звіту Простий список з координатами [1].

Формат списку можна настроїти в Сервіс|Настроювання|Головна|Константи константою Coordinate Report.

Задайте тут необхідні стовпчики у вигляді послідовності латинських букв. Припустимі наступні значення ключів:

N - номер точки (Number), X,Y,Z - відповідна координата точки,

A - дирекційний кут (Angle), L - довжина лінії (Length), I - внутрішній кут (Internal angle).

Іноді необхідно щоб параметри об'єкту, які передують списку координат, розташовувалися не зліва на право (розділені табуляцією), а зверху донизу (кожний на окремому рядку). Для цього задайте порожній рядок як роздільник списку натиснувши у вікні звіту на кнопку Настроювання й вибравши Інший на панелі Роздільник параметрів.

5.4.5. Вставка промірів для виносу в натуру

Для вставки промірів позначте ділянку й точку (пункт стояння) і виберіть пункт меню Вставка|Проміри. Програма створить лінії від пункту до кожної точки ділянки з підписом довжини й дирекційного кута.

Для показу дирекційних кутів позначте прапорець Показувати довжини з кутами в Сервіс|Настроювання|Вид [1].

5.4.6. Видача державних актів і формування документів з використанням DMT-шаблонів

Для перетворення DMF-файлу в DMT необхідно просто змінити його розширення на DMT (перейменувати), використовуючи засоби Windows.

DMT- файли можна відкривати для редагування й зберігати як звичайні - DMF. Створіть необхідний зразок шаблону, використовуючи винос параметрів об'єкту. Для параметрів ділянки, які повинні переміщатися незалежно від самої ділянки, використовуйте текстові таблиці (Вставка|Таблиця|Текст...) у яких місця вставки повинні містити текст виду P[N], де N - номер відповідного параметра в списку параметрів карти. Наприклад, замість P[0] буде вставлене значення площі ділянки. Збережіть всі необхідні шаблони в папці, де перебуває програма.

При запуску GED виконає пошук всіх DMT-файлів і сформує підменю в Сервіс|Документи.

Для видачі акту позначте необхідну ділянку (ділянки) і використовуйте Сервіс|Документи|Ім'я шаблону. Якщо позначено пункт меню Сервіс|Документи|Груповий режим, то програма створить окремий акт для кожного позначеної ділянки, у протилежному випадку всі ділянки будуть внесені в один акт.

Для того, щоб програма автоматично формувала імена файлів створюваних актів потрібно заповнити значення ім'я шаблону в Карта|Властивості|Ім'я. Наприклад, для вставки даних землевласника в

ім'я файлу задайте як ім'я карти -P[6] (за умови, що 6-й параметр карти містить прізвище). Тоді, створювані акти будуть мати вигляд

Act 5000-Петров В.И.DMF, де Act5000 - ім'я DMT-шаблону.

Для автоматичного створення смуг різних кольорів уздовж межі із суміжниками шаблон повинен містити шари з фіксованими іменами Border 1, Border 2, Border 3 ... (Приклад в Act-5000.DMT).

Для того, щоб для кожної ділянки формувалися кілька документів за один раз, необхідно створити в \Digitals\ папку з розширенням .DMT (Наприклад, \Digitals\Пакет5000.DMT) і скопіювати туди всі необхідні dmt-шаблони. Така папка виникне в меню Сервіс|Документи як <Пакет5000>. При виборі даного пункту меню будуть сформовані документи по всіх шаблонах з папки. Таких групових наборів може бути трохи в різних папках виду \Digitals\Ім'яНабору.DMT. Всі створювані акти будуть зберігатися в папці Documents. (\Digitals\Documents)

5.4.7. Вставка параметрів ділянок з Word/Excel

Якщо ви використовуєте Word або Excel для набору прізвищ власників ділянок, паспортних і адресних даних, то ці дані можуть бути вставлені в усі ділянки в "Digitals". Ділянки повинні мати заповнене поле **"Номер ділянки"**, а їхні параметри на закладці **Інфо** повинні відповідати стовпчикам в Excel. Так, першим за порядком параметром у шарі ділянок повинен іти **Номер ділянки**, другим **Ім'я** користувача й т.д. (Для зміни списку доступних шару параметрів використовуйте Карта|Шари). Стовпчики з даними в Excel повинні розташовуватись в тім же порядку (зліва на право) що й параметри на закладці **Інфо** (зверху донизу).

Для вставки параметрів позначте в Excel необхідні стовпчики з даними й скопіюйте їх у буфер обміну Windows. Потім, перемкніться в "Digitals", позначте всі ділянки й виконайте команду Правка|Спеціальна вставка|Тільки параметри. Дані з Excel будуть скопійовані в ділянки з відповідними номерами.

5.4.8. Застосування "Digitals" для створення кадастрового обмінного файлу (In4)

Для правильного створення обмінного файлу й співпадання площ в Digitals і Інвент-Град необхідно виконати наступні налаштування:

1. Установити 2 у Сервіс|Налаштування|Запис Число десяткових знаків.
2. Позначити в Сервіс|Налаштування|Запис|In4 прапорець Нова версія (Windows кодування).
3. Установити 2 десяткових знаки в Сервіс|Налаштування|Вид Точність площі/периметра.

При створенні In4 програма аналізує об'єкти в такий спосіб:

- Найбільший по площі об'єкт подається в In4 як блок (BL).
- Усе, що перебуває всередині нього, подається як ділянка (SR).

- А те, що перебуває усередині ділянки, записується як угіддя (CL).
- Всі незамкнуті об'єкти вважаються суміжниками (NB).

Перед видачею In4 у карті не повинно бути нічого зайвого (агрогруп, промірів, та ін.).

Для видачі в In4 атрибутів потрібно щоб Normal.dmf містив список необхідних параметрів, наприклад:

DS Код адміністративної одиниці (КОАТУУ)

SD Код кадастрової зони, до якої належать земельні ділянки

BC Код кадастрового кварталу, до якого належать земельні ділянки

SZ Розмірність одиниці виміру площ земельних ділянок

CS Система прямокутних координат (метричних даних)

ZM Прізвище, ім'я та по батькові інженера-землевпорядника.

При експорті в In4 програма видасть туди тільки ті параметри, ім'я яких починається із дволітерного ідентифікатора, після якого йде пробіл. Вся текстова частина, що залишилася, ім'я параметра (після пробілу) в In4 не передається, а служить підказкою операторові при заповненні параметрів об'єктів в "Digitals".

5.4.9. Настроювання завантаження кадастрового обмінного файлу (In4) в "Digitals"

При завантаженні In4 (Файл|Відкрити) програма автоматично завантажить ваш поточний шаблон (Normal.dmf). Для правильного розподілу об'єктів з In4 (BL,SR,CL,BR,NB) за шарами вашого шаблону необхідно задати в налаштуваннях GED коди відповідних шарів (ID). Для цього викличте Сервіс|Налаштування|Читання й задайте в полі **Коди шарів In4**, через кому, послідовність кодів для кварталу, ділянки, угіддя, бордюру й суміжника. Для стандартного шаблону, що поставляється разом з "Digitals", налаштування повинно виглядати як 2,6,46,5,115. (2 – відповідає коду шару **Квартал**, 6 – **Ділянка** й т.д.). Характеристики об'єктів з In4 (NM, AD, PF і т.д.) будуть завантажені у відповідні їм параметри шаблону. При цьому параметри \Digitals\ можуть, через пробіл, мати в ім'ї додаткові пояснення, наприклад: **AD** Адреса користувача ділянки [1;2].

Контрольні питання:

1. Які з кнопок Панелі інструментів дублюють команди Головного меню програми "Digitals"?
2. Яким чином проводиться завантаження вихідних даних і дирекційних кутів опорних точок і ліній теодолітного ходу?
3. В якому режимі проводиться розрахунок Відомості координат?
4. Чим відрізняється побудова топографічного плану в горизонталях при тахеометрії та за результатами площинного нівелювання?
5. Що передбачає підготовка планової основи для оцифрування карти або плану?

6. Як готується растрове зображення карти для орієнтування та введення його в шаблон?
7. Вкажіть, які типи створюваних умовних знаків, можна вибрати зі спадаючого донизу списку на верхній панелі інструментів Менеджера умовних знаків?
8. Як задати вид, розмір та колір умовних знаків?
9. Розкрийте послідовність оцифровування елементів карти. Як привласнюються висоти пікетів та оцифровуються горизонталі?
10. Як виконується роздрукування оцифрованої карти або плану?
11. В чому особливість використання програми "Digitals" для землевпорядкування?
12. Як виконується функція розпаювання земельних ділянок на ділянки заданої площі, за бонітетом, за вартістю та по заданій кількості без залишку?
13. Розкрийте послідовність підготовки докладного звіту по ділянках.
14. Окресліть процедуру використання "Digitals" для створення кадастрового обмінного файлу (In4).

6. МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОЕКТІВ ГІС В МЕЛІОРАЦІЇ І ВОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

6.1. Загальні відомості про моделювання в меліоративних проектах

Задачі меліоративних проектів потребують моделювання процесів, конструкцій і технологій, пов'язаних з водогосподарськими об'єктами, з розвитком ґрунтово-гідрогеологічних процесів. Проектні роботи виконуються у послідовності: мета - вихідні дані – методика виконання – розробка на ПЕОМ.

Роботи виконуються на ПЕОМ з використанням універсального програмного забезпечення “Microsoft Office” з розрахунково-графічною постановкою задач у системі “Excel”. При виконанні окремих проектних робіт, використовується спеціальне програмне забезпечення, а також розрахункова система “Matchcad” і графічна “Autocad”.

При вирішенні окремої задачі матеріали моделювання на ПЕОМ представляються документом відповідної програми, а пояснювальна інформація - рукописом, або у вигляді документа “Word”. Одержані моделі можуть використовуватися для прогнозів вивчаємих процесів і явищ.

6.2. Статистична обробка імовірнісного ряду

Мета: Оволодіння практичними навичками обчислення основних статистичних характеристик і побудова моделі імовірнісного ряду.

Задача: Для гідрологічного ряду складеного з дефіциту водного балансу поля зайнятого сільськогосподарською культурою (W):

- установити основні статистичні характеристики,
- побудувати графік нормального розподілу (крива забезпеченості),
- установити емпіричні і теоретичні значення для умов: середньо-посушливого, посушливого й гостро-засушливого років (75%, 85%, 95% забезпеченості неперевикнення W),
- установити роки з дефіцитом водного балансу зазначеної забезпеченості.

Порядок виконання:

1. Представити в таблиці Excel базу даних з параметрами: рік спостережень, гідрологічний показник (відповідно до варіанта завдання).

2. Виконати розрахунки основних статистичних характеристик ряду, використовуючи вбудовані функції Excel :

Середнє арифметичне значення (CP3HACHA=)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}; \quad (6.1)$$

де n – кількість членів ряду.

Стандартне відхилення (СТАНДОТКЛОНА=):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}. \quad (6.2)$$

Коефіцієнт варіації (мінливості) ряду:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\%. \quad (6.3)$$

Мінливість ряду вважається незначною, якщо $V < 10\%$,

середньою

$V = 10 - 20\%$,

значною

$V > 20\%$.

3. Створити варіаційний ряд гідрологічних показників у зростаючому порядку (послідовність виконання - **Дані\сортування\сортувати по зростанню**).

4. Розрахувати нормальну функцію розподілу для кожного члена гідрологічного ряду за основними статистичними показниками. Використовувати вбудовану функцію (НОРМРАСП=), при цьому аргумент розглядати як інтегральний.

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-\bar{X})^2}{2\sigma^2}} \quad (6.4)$$

де σ – стандартне відхилення,

$\bar{X}$ - середнє арифметичне,

$e = 2,72$ – основа натурального логарифма.

5. Відобразити графічно функцію нормального розподілу W (крива забезпеченості не перевищення дефіциту водного балансу поля зайнятого сільськогосподарською культурою).

6. Визначити роки, у які спостерігався дефіцит водного балансу з забезпеченістю - 75%, 85% і 95%. Ці роки установлюються по кривій забезпеченості і можуть використовуватися як аналогові для водогосподарських розрахунків у меліоративних проектах.

7. Визначити теоретичні значення W із зазначеною вище забезпеченістю, використовуючи при цьому функцію зворотного стандартного нормального розподілу (НОРМОБР=).

8. Результати роботи представити в послідовності:

- теоретичні основи і вихідні дані,
- варіаційний ряд і його статистичні характеристики,
- ряд з розрахунковим розподілом,
- графік кривої забезпеченості,
- роки заданої забезпеченості,
- емпіричні і теоретичні значення заданої забезпеченості.

Контрольні питання:

1. Дати визначення гідрологічного ряду.
2. Основні статистичні показники імовірнісного ряду?
3. Поняття нормального розподілу?
4. Дати визначення кривої забезпеченості гідрологічного ряду.

Приклад виконання на ПЕОМ

Статистична обробка імовірнісного ряду

1. База вихідних даних імовірнісного ряду дефіциту водного балансу

Календарний рік	1978	1979	1980	1981	1982	1983	. . .	2001	2002
DW, мм	210	337	215	331	175	281	. . .	464	410

2. Статистичні характеристики

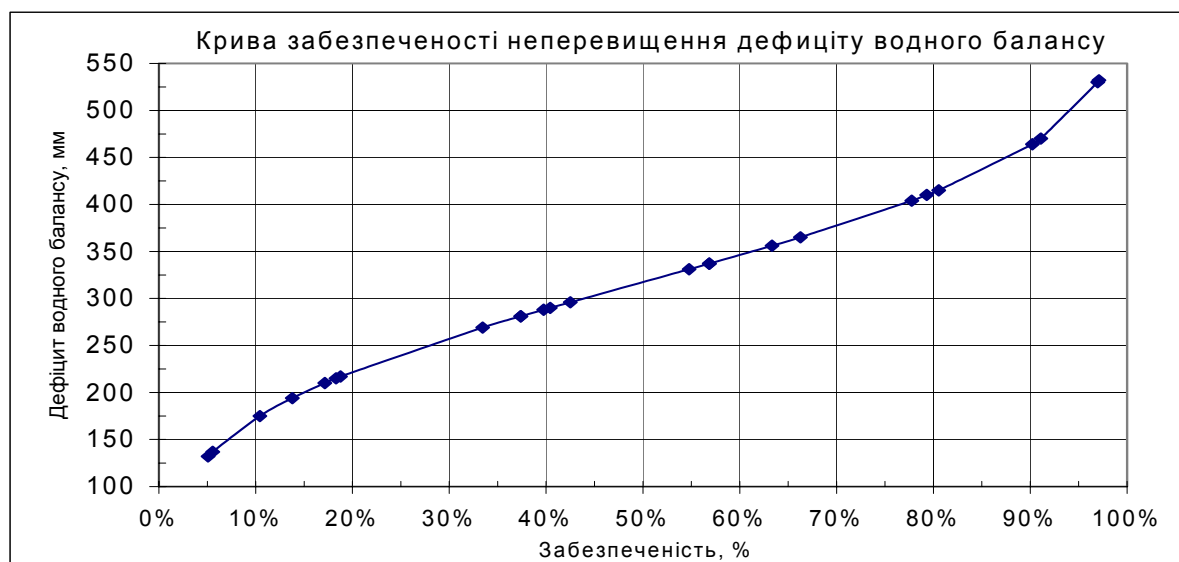
Середнє арифметичне значення	317
Стандартне відхилення	113
Коефіцієнт варіації ряду	36%

>20% мінливість ряду значна

3, 4. Варіаційний ряд дефіциту водного балансу та нормальний розподіл

Календарний рік	1985	1997	1982	1991	1978	1980	. . .	1998	1996
DW, мм	132	137	175	194	210	215	. . .	530	532
Нормальний розподіл	5%	6%	10%	14%	17%	18%	. . .	97%	97%

5. Графічне відображення функції нормального розподілу



6, 7. Роки з дефіцитом водного балансу заданої забезпеченості

75%	85%	95%	Забезпеченість
1995	1989	1998	Роки
404	415	530	Емпіричні значення
394	435	504	Теоретичні значення

6.3. Обчислення коефіцієнта кореляції і рівняння регресії

Мета: Оволодіння практичними навичками обчислення кореляційного зв'язку між ознаками і представлення її у виді математичної моделі і графічно.

Задача: Установити параметри кореляційного зв'язку між водно-фізичними властивостями ґрунту – липкістю і вологістю:

- коефіцієнт кореляції і тісноту зв'язку,
- коефіцієнт регресії і рівняння регресії.

Порядок виконання:

1. Представити вихідні дані в таблиці Excel, по варіанті завдання з таблиці 3.1. де:

X – вологість ґрунту, % від пористості,

Y – липкість ґрунту, г/см².

2. Обчислити коефіцієнт кореляції в таблиці Excel, використовуючи вбудовану функцію (CORREL=) і дати оцінку кореляційного зв'язку між ознаками:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}}. \quad (6.5)$$

3. Обчислити коефіцієнт регресії в таблиці Excel, (НАХИЛ =):

$$b_{yx} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2}. \quad (6.6)$$

4. Обчислити середні арифметичні значення ознак $\bar{Y}, \bar{X}$ (СРЗНАЧА=) і скласти рівняння регресії:

$$Y = \bar{Y} + b_{yx}(X - \bar{X}). \quad (6.7)$$

5. Відобразити графічно кореляційний зв'язок Y і X у виді точкового графіка і лінії регресії.

6. Результати роботи представити в послідовності:

- теоретичні основи і вихідні дані,
- коефіцієнт кореляції і його аналіз,
- коефіцієнт регресії і рівняння регресії,
- графічне відображення кореляційного зв'язку.

Контрольні питання:

1. Дати визначення функціонального і кореляційного зв'язку?
2. Властивості коефіцієнта кореляційного зв'язку?
3. Властивості коефіцієнта лінійної регресії?
4. Що таке рівняння регресії?

Приклад виконання на ПЕОМ

Обчислення параметрів кореляційного зв'язку між ознаками

1. Вихідні дані

X – вологість ґрунту, % від пористості,

Y – липкість ґрунту, г/см²

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	20,6	21,6	26,8	30,1	31,2	41	45,5	48,5	56,3	59	65,2	77,3
Y	0,1	0,8	1,3	1,4	1,9	1,9	2,8	3,6	4,4	6	6,5	7,5
Y_p	0,20	0,33	1,01	1,43	1,58	2,85	3,43	3,82	4,83	5,18	5,99	7,56

2. Коефіцієнт кореляції

$r = 0,98 > 0,7$ зв'язок між ознаками значний

3. Коефіцієнт регресії

Кореляційний зв'язок між ознаками

$b_{yx} = 0,13$

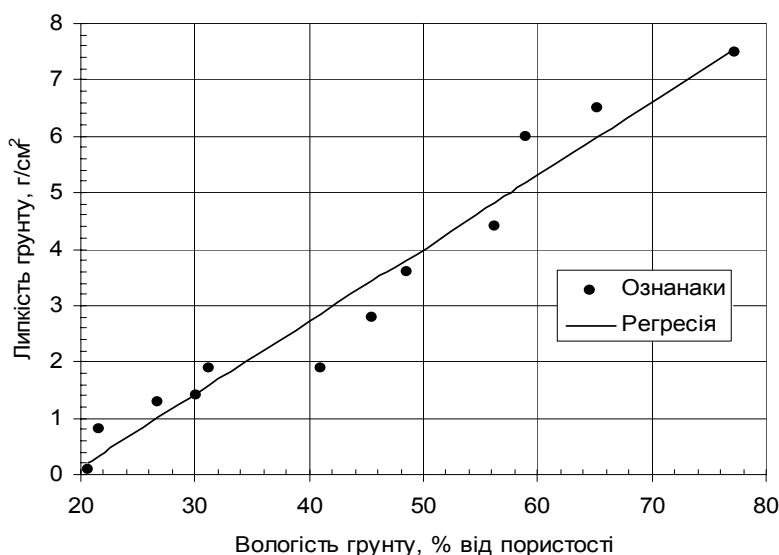
2. Середнє арифметичне та рівняння регресії

$$\bar{Y} = 3,18$$

$$\bar{X} = 43,59$$

$$Y_p = \bar{Y} + b_{yx}(X - \bar{X})$$

$$Y_p = 0,13X - 2,487$$



6.4. Регресійне моделювання імовірнісних зв'язків

Мета: Оволодіння практичними навичками вибору математичної залежності імовірнісного зв'язку між явищами в меліорації.

Порядок виконання:

1. Представити вихідні дані задачі у виді бази даних у таблиці Excel.
2. Відобразити графічно кореляційний зв'язок у виді точкового графіка.
3. Установити тип математичної залежності і побудувати лінію тренда.
4. Відобразити математичне вираження лінії тренда.

Меліоративні задачі для моделювання

1. Побудова лінійної залежності типу $Y = A_0 + A \cdot X$ в Excel, у вигляді точкового графіка з додаванням лінії тренда.

Задача. Моделювати залежність вмісту іона Cl від загальної мінералізації C у воді колекторно-дренажної системи.

2. Побудова експонентної залежності типу $Y = Ae^{bx}$.

Задача. Моделювати залежність величини дренажного стоку q від напору води над дреною h .

3. Побудова поліноміальної залежності типу $Y = A_0 + A_1 \cdot X + A_2 \cdot X^2$.

Задача. Моделювати залежність величини урожайності сільськогосподарської культури Y від величини зрошувальної норми M .

4. Результати рішення кожної задачі представити в послідовності:

- теоретичні основи і вихідні дані,
- точковий графік з лінією тренда,
- математична модель.

Контрольні питання:

1. Які види математичних функцій застосовуються як моделі в меліорації?
2. Назвіть явища в меліорації, що моделюються лінійною функцією?
3. Назвіть явища в меліорації, що моделюються експонентною функцією?
4. Назвіть явища в меліорації, що моделюються функціями поліноміального типу?
5. Який порядок побудови лінії тренда на ПЕОМ?

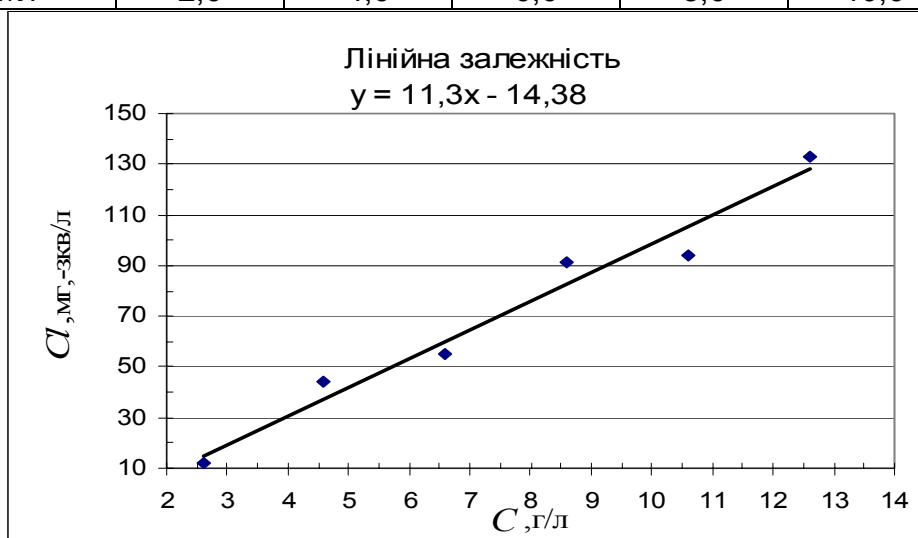
Приклад виконання на ПЕОМ

Регресійне моделювання імовірнісних зв'язків

1. Побудова лінійної залежності

Задача. Моделювання залежності кількості іона Cl від загальної мінералізації C у воді колекторно-дренажної системи.

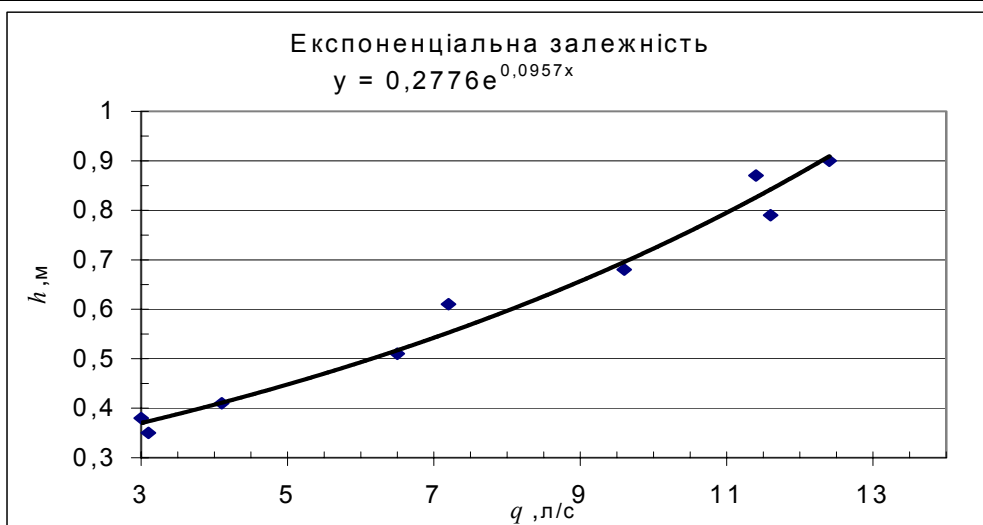
Cl , мекв/л	12	44	55	91	94	133
C , г/л	2,6	4,6	6,6	8,6	10,6	12,6



2. Побудова експоненціальної залежності

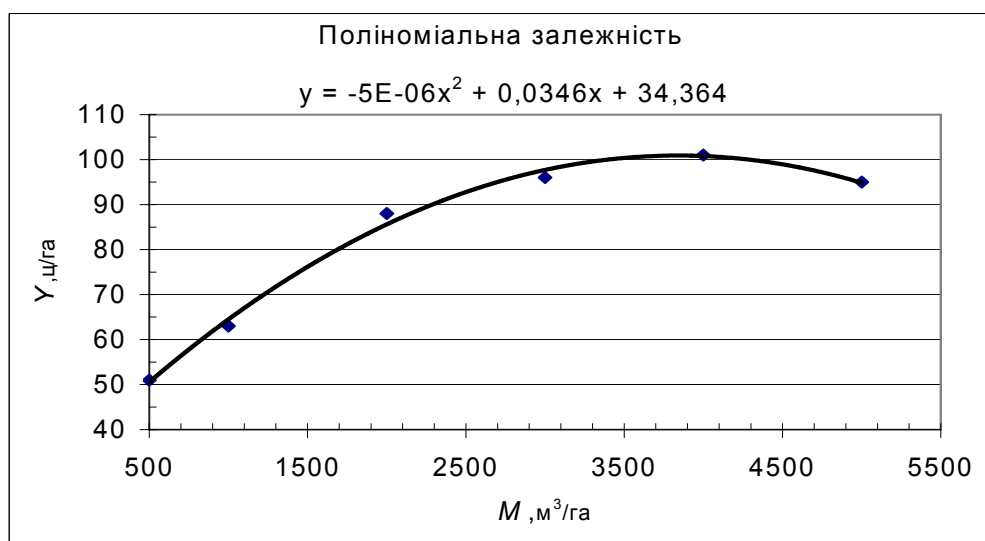
Задача. Моделювання залежності величини дренажного стока (q) від напору води над дреною (h)

q , л/с	3	3,1	4,1	6,5	7,2	9,6	11,4	11,6	12,4
h , м	0,38	0,35	0,41	0,51	0,61	0,68	0,87	0,79	0,9



Задача. Моделювання залежності величини урожайності с-г культури (Y) від величини зрошувальної норми (M).

Y , ц/га	51	63	88	96	101	95
M , м ³ /га	500	1000	2000	3000	4000	5000



6.5. Моделювання поверхні землі

Мета: Оволодіння практичними навичками побудови тривимірного контурного графіка поверхні землі і перетворення його в топографічний контурний план місцевості.

Задача: Побудувати топографічний контурний план місцевості за даними нівелірної зйомки по квадратах у масштабі 1:10000.

Порядок виконання:

1. Вибрати варіант вихідних даних нівелювання поверхні землі по квадратах з таблиць і створити базу даних у системі "Excel".

2. Побудувати графік типу "поверхня" у виді тривимірного кольорового графіка поверхні землі. Розглянути в тривимірному просторі поверхню землі в порядку: **діаграма \ об'ємний вид \ обертання**.

Вибрати перетин горизонталей 1м (чи інше) у порядку: **контекст "Формат легенди" \ шкала \ параметри шкали**.

3. Представити тривимірний кольоровий графік горизонталей місцевості у вигляді - "дротового" у порядку: **діаграма \ тип (поверхня) \ вид (дротовий)**.

4. Копіювати графік у документ "Word" у послідовності: **копіювати в документі "Excel" \ відкрити новий документ "Word" \ виправлення \ спеціальна вставка \ метафайл Windows(EMF)**.

5. Представити малюнок – "проволочний графік поверхні землі" у графічній системі "Autocad" у послідовності: **копіювати в документі "Word" \ відкрити новий документ "Autocad" \ виправлення \ спеціальна вставка \ формат "Image Entity" \ розміри \ лінія (розмір копії) \ представлення у масштабі M1:10000** (розміри ділянки 700X1000м, а розміри квадрата 100X100м) .

6. Накреслити топографічний план поверхні землі по прототипу дротового графіка в послідовності: **новий шар \ прямокутник (границі ділянки) \ сплайн лінія (відображення горизонталей) \ текст (підпис горизонталей) \ заморозити шар із дротовим графіком**.

7. Копіювати топографічний план у документ "WORD" у послідовності: **копіювати креслення топографічного плану в документі "Autocad" \ відкрити документ "Word" \ виправлення \ спеціальна вставка \ малюнок**.

8. Результати роботи представити у виді документа "Word" у послідовності:

- теоретичні основи і вихідні дані,
- тривимірний графік поверхні землі,
- дротовий графік поверхні землі,
- топографічний план поверхні землі.

Контрольні питання:

1. Що таке нівелювання по квадратах?
2. Властивості контурного графіка поверхні землі?
3. Порядок масштабування топографічного плану?
4. Порядок побудови моделі "поверхня землі"?

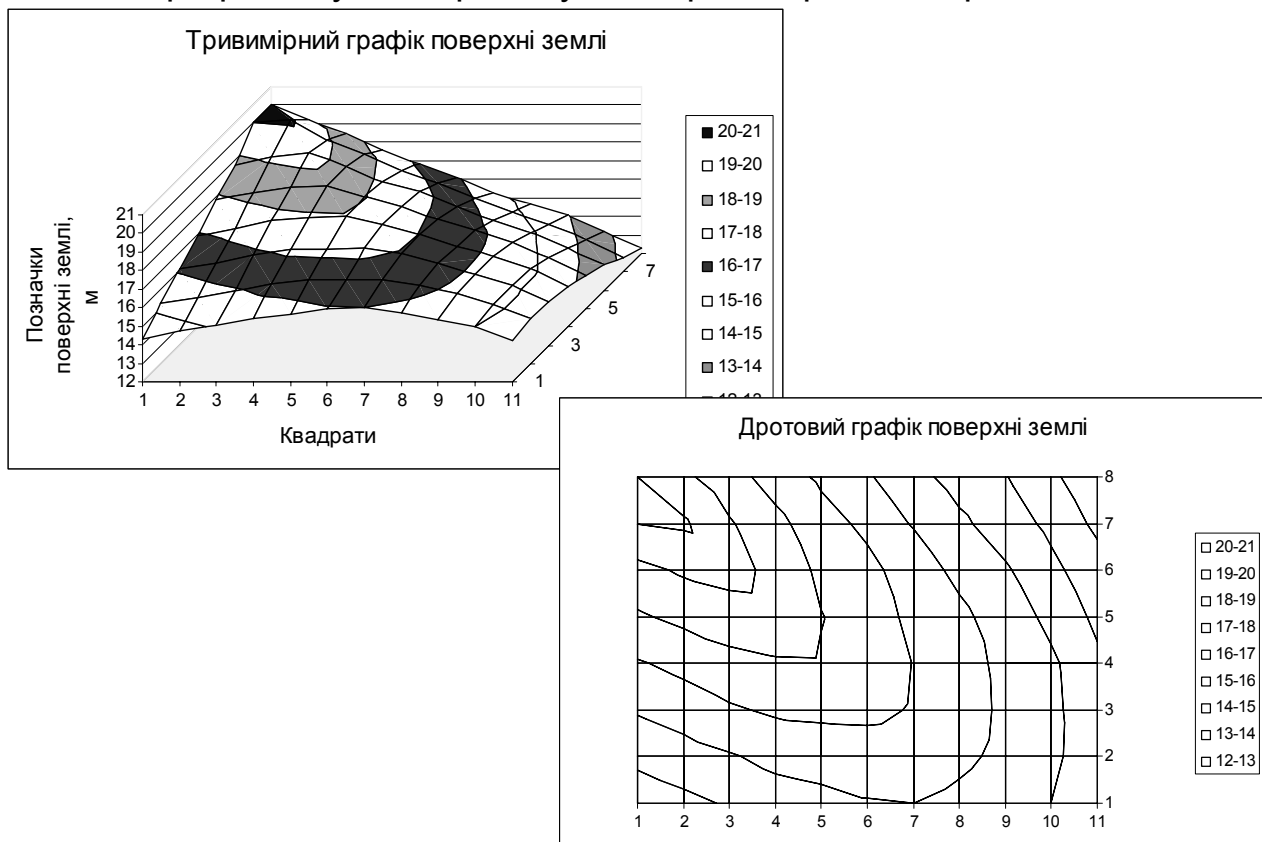
Приклад виконання на ПЕОМ

Моделювання поверхні землі

1. Вихідні дані нівелірної зйомки поверхні землі по квадратах 100 × 100м

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	14,35	14,75	15,1	15,45	15,65	15,93	16	15,77	15,37	15	14,25
2	15,25	15,6	15,9	16,32	16,51	16,53	16,51	16,22	15,78	15,2	14,46
3	16,1	16,45	16,86	17,15	17,2	17,22	16,93	16,4	15,84	15,22	14,35
4	16,9	17,3	17,71	17,9	17,92	17,48	16,98	16,35	15,8	15,17	14,2
5	17,87	18,25	18,5	18,57	18,04	17,46	16,8	16,23	15,54	14,75	13,78
6	18,7	19,15	19,4	18,68	17,8	17,28	16,5	15,75	15,12	14,25	13,37
7	20	20,15	19,1	18,29	17,43	16,76	15,93	15,2	14,53	13,77	12,8
8	20	19,2	18,43	17,55	16,82	16,1	15,3	14,64	14,05	13,2	12,27

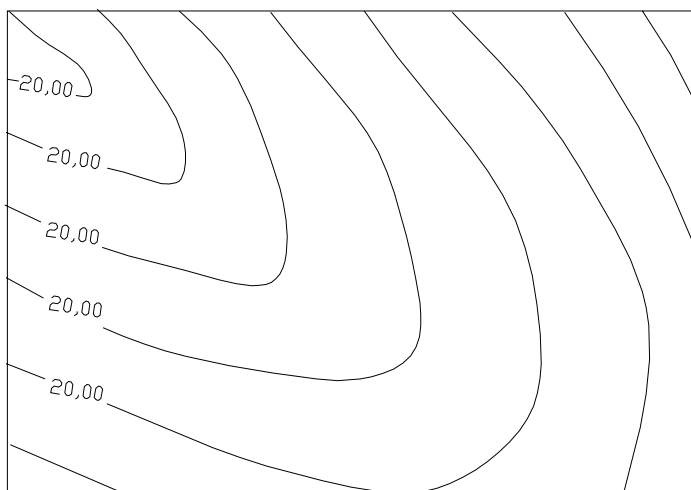
2, 3 Графік типу "поверхня" у виді тривимірного і "дротового"



4. Копіювання дротового графіка у документ "Word", а з нього у графічну систему "Autocad".

Дротовий графік вставляється з документу "Excel" в документ "Word" як метафайл Windows (EMF) з подальшим копіюванням в документ "Autocad" як спеціальна вставка формату "Image Entity".

5, 6, 7. Топографічний план в масштабі М 1:10000 після креслення в "Autocad"



Довжина масштабної лінійки 100 мм

6.6. Побудова моделі процесу вбирання води ґрунтом при поливі дощуванням

Мета: Оволодіння практичними навичками розрахунків і графічного відображення функціональної залежності у вигляді імітаційної моделі на ПЕОМ у розрахунковій системі “Excel”.

Задача: Побудувати на ПЕОМ модель процесу вбирання води ґрунтом та інтенсивності дощу за поливний період у виді:

- бази вихідних даних;
- бази розрахункових даних функцій: вбирання води ґрунтом, інтенсивності дощу і параметра тривалості поливу;
- графічного відображення функцій: вбирання води ґрунтом, інтенсивності дощу і параметра тривалості поливу.

Порядок виконання:

1. Вибрати вихідні дані з таблиць і представити їх у виді бази даних у таблиці Excel:

- швидкість вбирання води ґрунтом наприкінці 1 години (K_1), м/годин;
- коефіцієнт зміни швидкості усмоктування (α);
- коефіцієнт зменшення швидкості вбирання при дощуванні (λ);
- середня інтенсивність штучного дощу (r), мм/хв;
- поливна норма (m), м³/га

2. Розрахувати у часі від початку поливу (t) функції: швидкості вбирання води ґрунтом при затопленні (K_3) і дощуванні (K_d), інтенсивності дощу (r), і представити результати у вигляді таблиці Excel.

$$K_3 = 16,7 \frac{K_1}{t^\alpha}, \text{мм / хвл}; \quad t = 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, \text{год.} \quad (6.6)$$

$$K_d = \lambda K_3, \text{мм / хвл}; \quad (6.7)$$

$$r = r_d, \text{мм / хвл} \quad r_d = \text{const} \quad (6.8)$$

3. Відобразити графічно функції K_3 , K_d , r , у таблиці Excel, використовуючи майстер діаграм.

4. Розрахувати тривалість поливу заданою поливною нормою і на графіку відобразити параметри поливу точкою $A(r, t_m)$

$$t_m = \frac{m}{r}, \text{хв} \quad (6.9)$$

5. Провести аналіз взаємодії інтенсивності дощу (r) і вбирання води ґрунтом (K_d) за час поливу (t_m). Якщо не виконується умова ($K_d > r$) то розрахувати допустиму поливну норму (поливну норму до появи стоку).

6. Результати роботи представити в послідовності:

- теоретичні основи моделі;
- база вихідних даних;
- база даних з розрахунками функціональних залежностей;
- графіки функціональних залежностей;
- висновки по пункту 5.

Контрольні питання:

3. Дати визначення функціональної залежності ?
4. Порядок відображення функціональної залежності на ПЕОМ ?
5. Модель вбирання води ґрунтом ?
6. Модель інтенсивності штучного дощу ?

Приклад виконання на ПЕОМ

Модель процесів інтенсивності дощу та вбирання води ґрунтом за час поливу

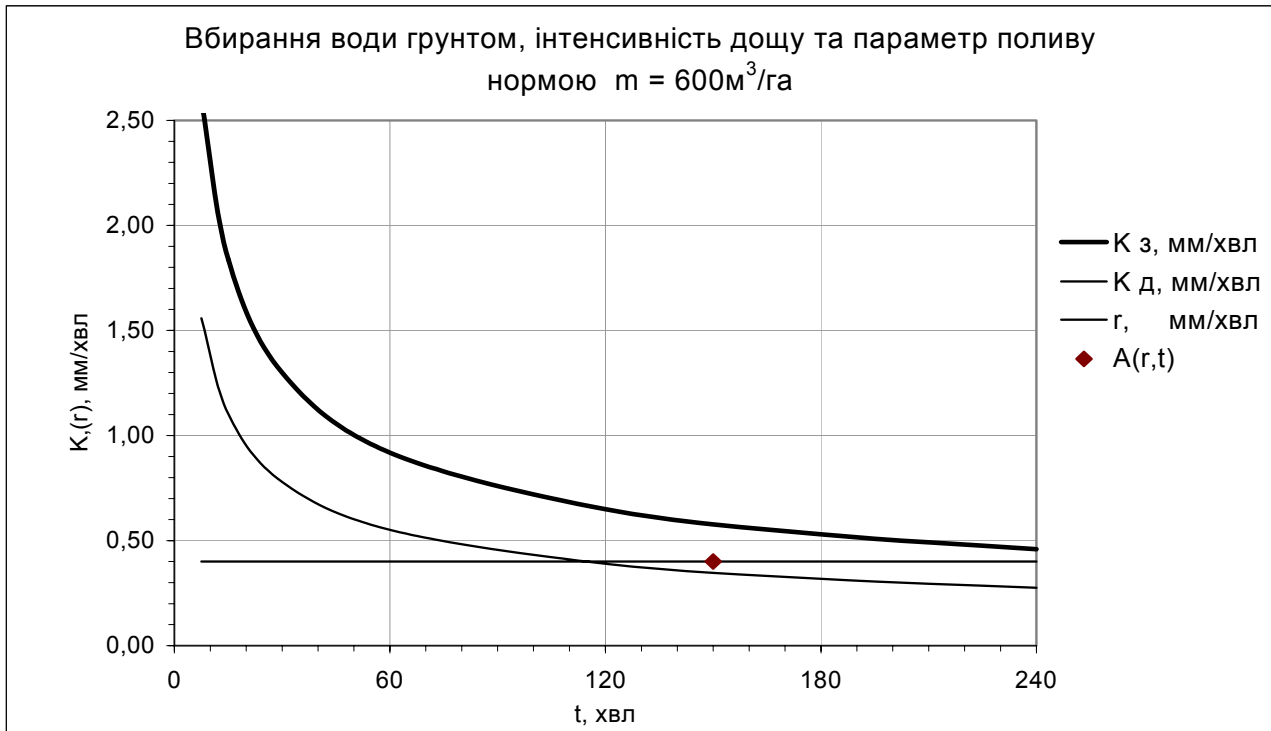
1. Вихідні дані

0,055	Швидкість вбирання в кінці 1 години, м/год	K_1
0,5	Коефіцієнт зміни швидкості вбирання	α
0,6	Коефіцієнт зменшення швидкості вбирання	λ
0,4	Середня інтенсивність дощу, мм/хвл	r
600	Полівна норма, м ³ /га	m

2. Розрахунки функцій

0,125	0,25	0,5	1	2	3	4	t , годин	Вісь
2,60	1,84	1,30	0,92	0,65	0,53	0,46	K_3 , мм/хвл	(Y)
1,56	1,10	0,78	0,55	0,39	0,32	0,28	K_d , мм/хвл	(Y)
0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	r , мм/хвл	(Y)
7,5	15	30	60	120	180	240	t , хвл	(X)

3. Відображення функцій графічно



4. Тривалість поливу заданою поливною нормою

$r, \text{ мм/хв}$	$t, \text{ хв}$
0,4	150

$A(r,t)$ - параметр поливу $m=600 \text{ м}^3/\text{га}$ відображений на графіку точкою

6.7. Вибір техніки поливу

Мета: Оволодіння практичними навиками вибору оптимального варіанту дощувальної техніки та технології поливів.

Задача. Підібрати дощувальну техніку відповідно до умов землекористування та вбираючої спроможності ґрунту і розробити технологію поливу.

Порядок виконання:

Використати папку з файлами "**М_Техніка поливу**".

Вибір дощувальної техніки виконується за умовами:

1. Відповідність середньої інтенсивності дощу до вбираючої спроможності ґрунту.
2. Відповідність габаритів та параметрів дощувальної техніки до розмірів і конфігурації зрошуваної ділянки.
3. Відповідність технічних можливостей дощувальної техніки до рельєфу.
4. Відповідність технічних можливостей дощувальної техніки до висоти рослин.
5. Тривалість поливу поля не більше 10 діб.
6. Собівартість поливу.

До основних елементів технології поливу дощувальною технікою слід віднести:

1. Технологічна схема розміщення на поливній ділянці.
2. Довжина б'єфу на тимчасовому зрошувачі.
3. Інтенсивність дощу.
3. Тривалість поливу на позиції.
4. Кількість проходів на б'єфі .
5. Продуктивність поливу за змінну та добу.
6. Тривалість поливу поля.
7. Сезонне навантаження на зрошувальну техніку.
8. Кількість дощувальної техніки, необхідної на зрошувану ділянку.

Вибір оптимального варіанту або перевірка придатності дощувальної техніки виконується за програмним файлом **“Вибір дощувальної техніки.mcd”**.

Розробка технології поливу для окремих типів дощувальної техніки виконується за програмними файлами: **“Технологія поливу ДДА-100МА.mcd”**, **“Технологія поливу Фрегат.mcd”**, **“Технологія поливу Дніпро.mcd”**. Для типів дощувальної техніки: “ДДН-100”, “Волжанка”, “Кубань...” можна використовувати - **“Техніка поливу.exe”**.

Приклад виконання на ПЕОМ

Задача. Підібрати модифікацію низьконапірної дощувальної машини “Фрегат” для поливної ділянки площею 65 га та визначити її придатність для ґрунтових умов і землекористування.

1. Встановлення модифікації Д.М. і придатності для використання (матеріали моделювання - **“Вибір дощувальної техніки.mcd”**).

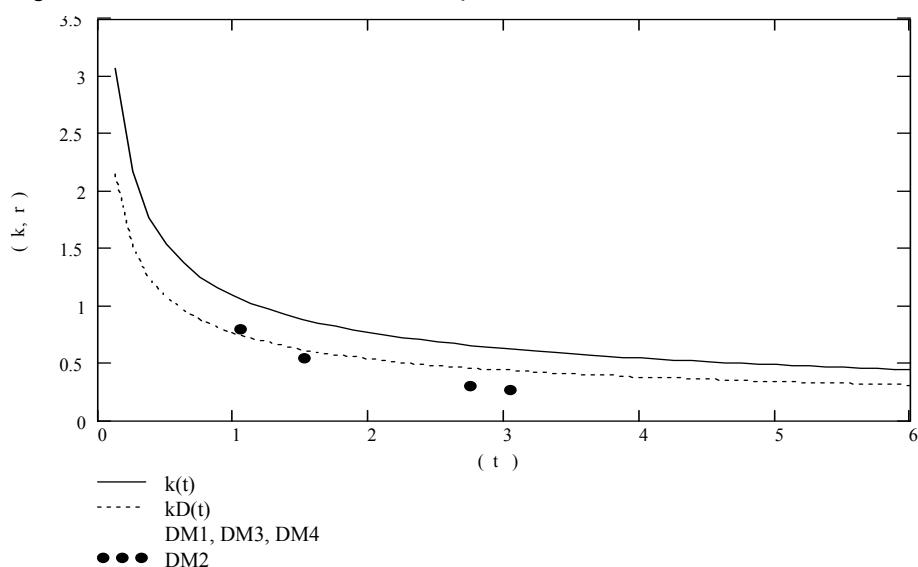
Выбор дождевальной техники

1. Скорость впитывания воды почвой в конце 1 часа, м/час	0,065
2. Показатель изменения скорости впитывания во времени	0,5
3. Коэф. уменьшения скорости впитывания при дождевании	0,7
4. Уклон	0,0019
5. Площадь, га	65
6. Высота наземной части растения, м	2

Дождевальная техника	Пригодность	Условия проектирования							
		Впитывание воды почвой, мм/мин		Уклон поверхн. земли на поле		Площадь поля, га		Ширина поля, м	
		$K_{500} > r$		$I_{доп} > I_{факт}$		$W_{сез} > F_{поля}$		$B_{доп} < B_{факт}$	
1. "Фрегат" (в.н)	да	0,45	0,30	0,03	0,002	113	65	400	806
2. "Фрегат" (н.н)	да	0,70	0,55	0,01	0,002	75	65	400	806
3. "Днепр"	да	0,45	0,30	0,02	0,002	138	65	460	806
4. "Волжанка"	нет	0,45	0,30	0,02	0,002	81	65	250	806
5. "Кубань"	нет	0,74	0,80	0,001	0,002	194	65	800	806
6. "ДДА -100МА"	да	0,43	0,27	0,004	0,002	131	65	120	806
7. "ДДН -100"	да	0,49	0,35	0,004	0,002	101	65	100	806
8. "ДФН -80"	да	0,46	0,30	0,004	0,002	81	65	100	806

Условия проектирования							Пригодность	Дождевальная техника
Высота расте- ния, м		Продолжит. полива поля, сут		Затраты в долях от эталонной Д.М. "Фрегат"				
Н _{доп} >Н _{факт}		t _{доп} > t _{факт}		эксплуа- тацион.	приве- денные	стоимо- сть		
2,5	2	10	5,8	1	1		да	1. "Фрегат" (в.н)
2,5	2	10	8,7	0,9	0,9		да	2. "Фрегат" (н.н)
2,5	2	10	4,7	1	1,5		да	3. "Днепр"
1,1	2	10	8,1	0,95	1,1		нет	4. "Волжанка"
3	2	10	3,3	2,2	1,9		нет	5. "Кубань"
2	2	10	5,0	0,9	0,9		да	6. "ДДА -100МА"
3	2	10	6,4	1,4	0,9		да	7. "ДДН -100"
3	2	10	8,1	0,9	0,9		да	8. "ДФН -80"

2. Графік інтегральної кривої вбирання води ґрунтом з параметрами поливу дощуванням і аналіз придатності дощувальної техніки до ґрунтів зрошувальної ділянки (матеріали моделювання - **"Вибір дощувальної техніки.mcd"**).



Дощувальна машина "Фрегат" (низьконапірна) придатна для використання на зрошуваній ділянці за усіма критеріям вибору.

Поверхневого стока не буде при використанні поливної норми $500\text{ м}^3/\text{га}$, так як $\rho < K_m$ ($0,55 < 0,7 \text{ мм/хвл}$)

3. Матеріали пов'язані з розрахунками елементів техніки поливу, технічна характеристика Д.М. і технологічна схема устрою поливної ділянки (матеріали моделювання - "**Фрегат.mcd**").

Технология полива Д.М. "Фрегат"

Исходные данные	
1. Площадь поля (нетто), га	65
2. Уклон поверхности земли на поле	0,0019
3. Тип Д.М. по напорности (1 -выс.напорн, 2 -н.н)	2

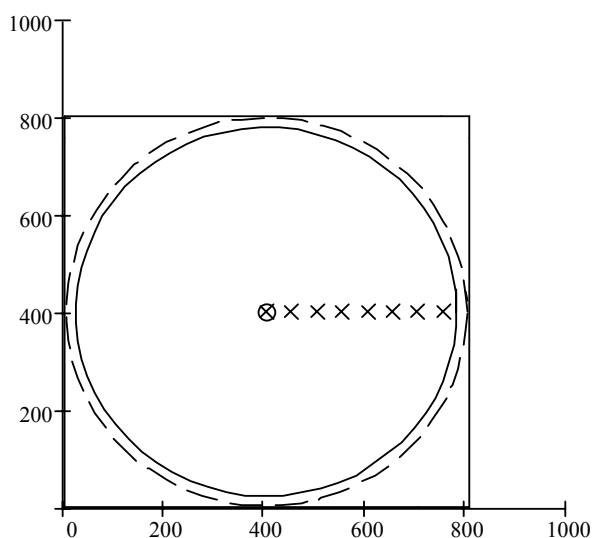
Элементы технологии полива поля

Показатели	Поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$				
	300	400	500	600	800
Производительность полива, га сменная (за 8 часов) суточная					
	2,9	2,2	1,7	1,5	1,1
	8,7	6,5	5,2	4,4	3,3
Продолжительность полива поля, сут	5,6	7,5	9,3	11,2	14,9

ДМУ-Бнм 379-40-01

Количество тележек	13	Площадь захвата дождём, га	50,0
Длина машины, м	379,2	Сезонная нагрузка на Д.М., га	48,7
Расход, л/с	40	Площадь поля, га	65,0
Интенсивность дождя, мм/мин	0,43	Площадь фактич полива поля, га	50,0
Напор, м	32,7	Площадь недополива поля, га	15,0
Коэф использования суточного времени	0,87		

Технологическая схема полива Д.М. "Фрегат"



Длина поля, м $a = 806$
Длина машины, м $L = 379.2$

6.8. Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур

Мета: Оволодіння навичками проектування режиму зрошення сільськогосподарської культури, біокліматичним методом, за допомогою імітаційної моделі – програми на ПЕОМ "М_Режим зрошення".

Задача: Запроектувати режим зрошення сільськогосподарської культури.

Порядок виконання:

1. Вибрати варіант вихідних даних для проектування режиму зрошення сільськогосподарської культури.
2. Виконати гідрологічні розрахунки і вибрати рік розрахункової забезпеченості не перевищення дефіциту водного балансу у сівозміні (**М_Режим зрошення** \ програмний файл - "**Regim.exe**").
3. Розрахувати водний баланс для заданої сільськогосподарської культури за метеорологічними даними розрахункового року і запроектувати режим зрошення.
4. Результати роботи по 1, 2, і 3 пунктах представити у виді документа "Word".
5. Відобразити у вигляді графіка на ПЕОМ інтегральну криву дефіциту водного балансу поля зайнятого окремою сільськогосподарською культурою (за даними розрахунку водного балансу), і зробити на ньому графічні побудови по визначенню термінів проведення поливів.
5. Результати роботи представити в послідовності:
 - теоретичні основи і вихідні дані;
 - результати гідрологічних розрахунків;
 - результати розрахунків дефіциту водного балансу;
 - запроектований режим зрошення сільськогосподарської культури;
 - графік інтегральної кривої дефіциту водного балансу з визначенням термінів проведення поливів.

Контрольні питання:

1. Поняття режиму зрошення?
2. Сутність біокліматичного методу розрахунку режиму зрошення?
3. Проектний режим зрошення і розрахункова забезпеченість?
4. Послідовність моделювання проектного режиму зрошення?

Приклад виконання на ПЕОМ

1. Режим зрошення сільськогосподарських культур

2. Гідрологічні розрахунки і вибір року розрахункової забезпеченості (Таблиці виконані з використанням моделі "М_Режим зрошення" \ **Regim.exe** зі зберіганням даних в файлі **W_regim.doc**)

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ НЕПРЕВЫШЕНИЯ ДЕФИЦИТА ВОДНОГО БАЛАНСА за май - август

N	ГОД	ОСАДКИ		ДЕФ.	P%		N	ГОД	ОСАДКИ		ДЕФ	P%
1	1975	255	87	351	97.1		13	1972	516	228	185	48.0
2	1986	337	55	343	93.0		14	1987	428	127	173	43.9
3	1979	286	63	330	88.9		15	1985	374	158	157	39.8
4	1968	388	83	327	84.8		16	1966	509	215	151	35.7
5	1974	241	75	303	80.7		17	1980	489	179	149	31.6
6	1984	354	70	293	76.6		18	1970	456	202	142	27.5
7	1978	408	156	254	72.5		19	1988	471	208	121	23.4
8	1981	452	153	232	68.4		20	1982	381	215	109	19.3
9	1971	338	154	230	64.3		21	1977	438	204	94	15.2
10	1965	402	161	224	60.2		22	1973	483	253	52	11.1
11	1967	471	191	212	56.1		23	1976	541	304	16	7.0
12	1969	449	165	194	52.0		24	1983	471	325		2.9

Мср = 193.04 мм

Cv = 0.53

ГОД 75 % ОБЕСПЕЧЕННОСТИ 1984

МЕТЕОДААННЫЕ 1984 ГОДА 75.0 % ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

Мес	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дек	Осадки по декадам месяца											
1	4,1	5,3	17,5	37,6	0,0	9,9	0,0	13,8	2,2	6,5	3,1	0,3
2	9,2	19,5	13,3	2,6	9,4	5,3	6,5	9,6	27,2	21,5	40,8	8,7
3	6,6	7,1	9,1	19,3	1,9	13,1	0,0	0,7	2,2	0,3	17,9	2,0
Дек	Дефициты влажности воздуха по декадам месяца											
1	1,6	0,8	1,2	2,4	5,8	9,7	9,8	11,2	7,5	4,4	1,3	1,0
2	0,6	0,6	1,3	4,5	7,6	8,9	13,9	9,6	6,3	2,8	0,7	0,5
3	1,3	0,9	1,9	2,9	9,8	10,7	11,8	7,1	2,1	2,4	1,4	0,5

3. Водний баланс та режим зрошення для окремої сільськогосподарської культури

(Таблиці виконані з використанням моделі "М_Режим зрошення"Regim.exe зі зберіганням даних в файлі W_regim.doc) РЕЗУЛЬТАТЫ ВОДОБАЛАНСОВЫХ РАСЧЁТОВ по культуре КУКУРУЗА НА ЗЕРНО

Обеспеченность 75 %..... Глубина У Г В 3.0 м Всходы в 2 - й декаде МАЯ
Д Е Ф И Ц И Т ВОДНОГО БАЛАНСА ПОЛЯ (по десятидневкам вегетационного периода),мм

1	-14.9	6	75.4	11	249.0(молчн.спелость)
2	-6.7	7	102.4	12	260.9
3	1.2(всходы)	8	143.8	13	274.7(восков.спелость)
4	28.5	9	188.8(выметывание)	14	284.6(полная спелость)
5	48.5(7 лист)	10	232.0(цветение)	15	0.0

E = 422 мм

P = 92.0 мм

Wгр = 46 мм

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ

Wэф = 428 м куб/га (Влажность почвы в начале вегетации 95.8 % НВ в слое 0.50 м)

1. й полив 450 м.куб.га.... 7 ИЮНЯ (при влажности 70 %НВ в слое 0.50 м)
2. й полив 500 м.куб.га.... 24 ИЮНЯ (при влажности 70 %НВ в слое 0.50 м)
3. й полив 500 м.куб.га.... 8 ИЮЛЯ (при влажности 70 %НВ в слое 0.50 м)
4. й полив 500 м.куб.га.... 19 ИЮЛЯ (при влажности 70 %НВ в слое 0.50 м)
5. й полив 500 м.куб.га.... 3 АВГУСТА (при влажности 70 %НВ в слое 0.50 м)

M = 2450 м куб/га (Влажность почвы в конце вегетации 71.9 % НВ в слое 0.50 м)

5. Відображення на ПЕОМ графіка інтегральної кривої дефіциту водяного балансу с-г культури (за даними розрахунку), і графічні побудови, для визначення термінів проведення поливів.

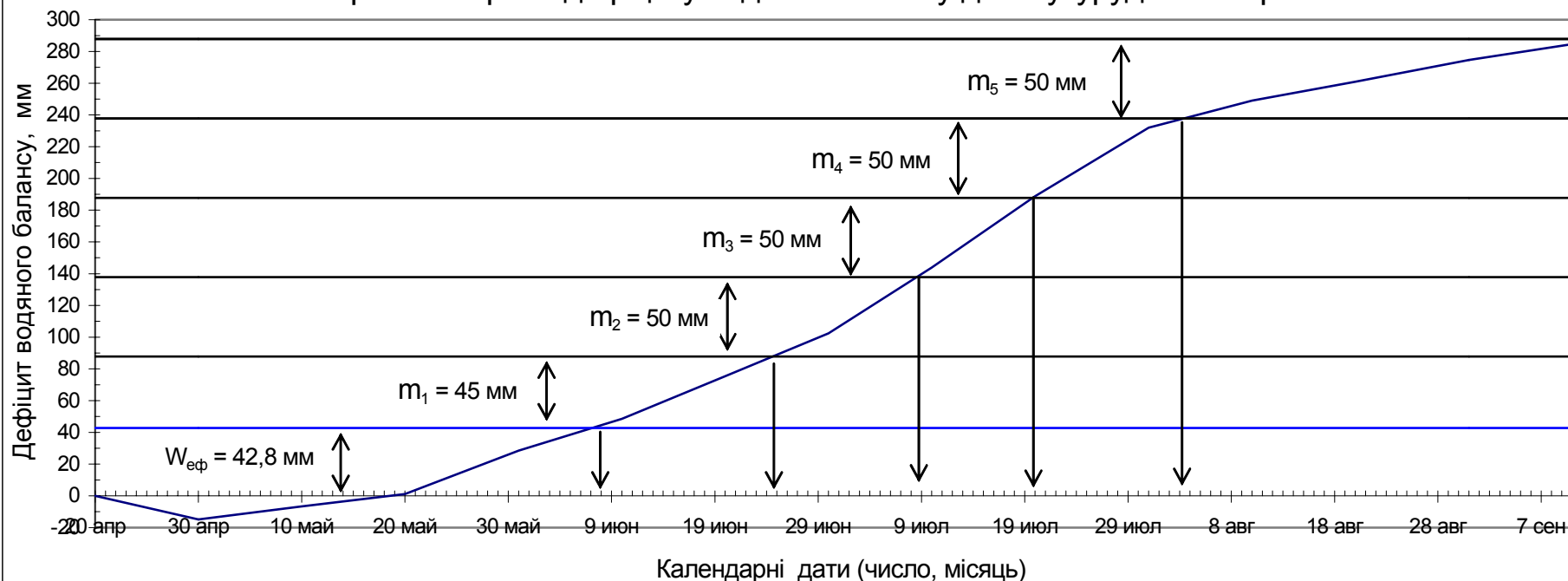
Сходы

Номер декады	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Календ. даты	20.4	30.4	10.5	20.5	31.5	10.6	20.6	30.6	10.7	20.7	31.7	10.8	20.8	31.8	10.9
$\Sigma \Delta W$, мм	0	-14,9	-6,7	1,2	28,5	48,5	75,4	102,4	143,8	188,8	232	249	260,9	274,7	284,6

Погашення дефіциту водяного балансу ефективними запасами вологи у ґрунті та поливами

$W_{эф}$, мм	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8
$W_{эф} + m_1$	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8
$... + m_1 + m_2$	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8
$.. + m_1 + m_2 + m_3$	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8	187,8
$.. + m_2 + m_3 + m_4$	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8
$.. + m_3 + m_4 + m_5$	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8	287,8

Інтегральна крива дефіциту водного балансу для кукурудзи на зерно



6.9. Побудова графіка поливів сільськогосподарських культур

Мета: Оволодіння практичними навиками складання проектного графіку поливів і роботи насосної станції.

Задача: Запроектувати графік поливів на зрошуваній ділянці дощувальною технікою та графік роботи насосної станції.

Порядок виконання:

Для складення графіку поливів і роботи насосної станції використати папку з файлами **"М_водокористування"**.

Послідовність дій:

1. Складається відомість режимів зрошення та тривалості поливів для усіх полів зрошуваної ділянки за допомогою програмного файлу **"Режим_графік.exe"**. Результати автоматично відображаються в пакеті файлом **"Regim_gr.doc"** (документ "Word").

2. За допомогою програмного файлу **"Режим_графік.exe"** складається графік поливів, а результати відображаються в пакеті файлом **"W_graf.doc"** (документ "Word").

3. Більш наглядно графік поливів і роботи насосної станції можна представити у вигляді діаграм "Excel" за допомогою програмного файлу **"Графік поливів.mcd"**.

Теоретичні основи:

При проектуванні зрошувальної системи графіки поливів та роботи насосної станції є підставою для гідравлічних розрахунків зрошувальної мережі та водозабірної споруди. При експлуатації зрошувальної системи за графіком поливів виконуються роботи пов'язані з управлінням водним потоком на системі.

Основною задачею водокористування - є розподіл води по полях сівозміни у порядку, який забезпечує дотримання режимів зрошення. Подача води на поле являє собою виробничу функцію поливу, що розглядається як об'єм води поданої за добу, а на графіку поливів виражається середніми витратами води за добу.

Оптимізація водокористування на зрошуваній ділянці (укомплектування графіка поливу) зводиться до мінімізації витрат води на зрошувану ділянку $Q_j^{3.д.} \rightarrow \min$. Досягається це шляхом чередування поливних періодів на суміжних полях за схемою – *витрати однієї Д.М. по чергово на два поля*. Це дозволяє мати у роботі одну дощувальну машину ("Фрегат"), чи однією машиною ("ДДА-100МА", "Дніпро") обслуговувати два поля. Для чередування поливів на суміжних полях дозволяється зміщення поливних періодів не більше ніж на 3-5 діб.

Виробнича функція насосної станції виражається об'ємом води, поданої на зрошувану ділянку за добу, а на графіку роботи насосної станції - середніми витратами за добу з урахуванням втрат.

Приклад виконання на ПЕОМ

Задача. Запроектувати графік поливів зрошуваної ділянки та графік роботи насосної станції, якщо задана техніка і технологія поливу, схема розташування полів сівозміни (65 га × 8) та зрошувальної мережі.

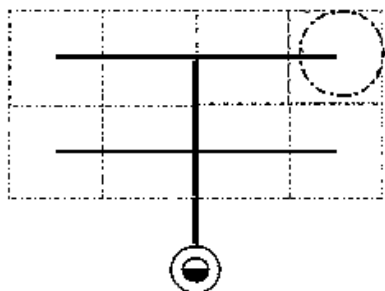


Схема розташування полів сівозміни на зрошувальній ділянці і мережі

Сівозміна:

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Озима пшениця+кукурудза з/к
4. Кукурудза на зерно
5. Овочі
6. Кукурудза на силос
7. Овочі
8. Ячмінь+люцерна

1. Режими зрошення культур у сівозміні при поливі дощувальною машиною “Фрегат” модифікації - ДМУ-Б_{НМ}379-45 (“**Режим_графік.exe**”).

Технологічні параметри поливу поля ДМУ-Б_{НМ}379-45:

- витрати води на поле 45л/с;
- площа захвату дощем поля 50 га, а недополив складає 15га (23%);
- площа фактичного поливу для усієї сівозміни $50 \times 8 = 400$ га;
- коефіцієнт використання добового часу 0,87.

Режим зрошення сівозміни (копія файлу “**Regim_gr.doc**”)

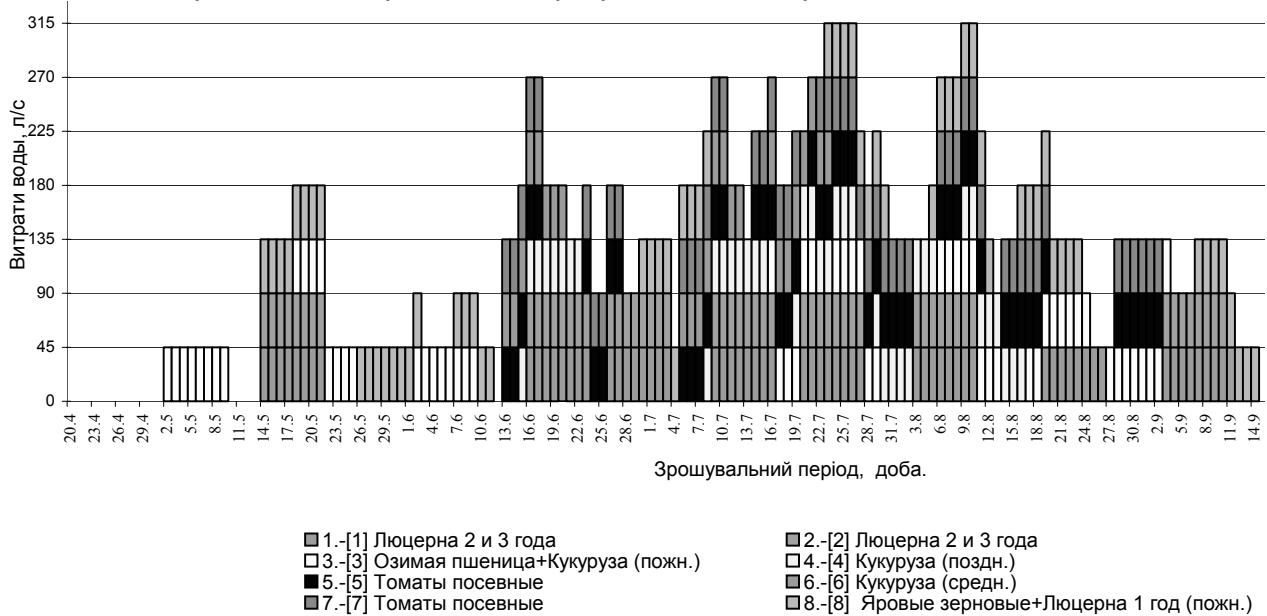
N поля	F, га	Доля площі у сівозміні	КУЛЬТУРА	N поли - ву	m, м³/га	Строки поливу		t факт., діб	Q на поле, л/с
						початок	кінець		
1	50.0	0.125	Люцерна 2-3 года	0	600	25.09	15.10	9.4	45
				1	500	13.05	22.05	7.9	
				2	500	15.06	24.06	7.9	
				...	...	...	...	...	
				7	500	18.08	27.08	7.9	
				8	500	2.09	11.09	7.9	
				M	4600 м3/га				
2	50.0	0.125	Люцерна 2-3 года	0	600	25.09	15.10	9.4	45
				1	500	13.05	22.05	7.9	
				2	500	15.06	24.06	7.9	
				...	...	...	...	...	
				7	500	18.08	27.08	7.9	
				8	500	2.09	11.09	7.9	
				M	4600 м3/га				
.....									
8	50.0	0.125	Яровые зерновые	1	500	13.05	22.05	7.9	45
				2	500	25.05	3.06	7.9	
				3	300	7.06	11.06	4.7	
				M	1300 м3/га				
			Люцерна покровная	1	600	1.07	10.07	9.4	
				2	500	22.07	31.07	7.9	
				...	...	...	...	...	
				5	500	6.09	15.09	7.9	
				M	2600 м3/га				

Середньозважена зрошувальна норма $M=3600 \text{ м}^3/\text{га}$

2. Схема закріплення дощувальної техніки за полями сівозміни.

На зрошуваній ділянці буде встановлено 8 машин ДМУ-Б_{НМ}379-40-01 "Фрегат". Обґрунтуванням цього є сезонне навантаження на одну машину $\omega_{\text{сез}}=48,7 \text{ га}$, що практично дорівнює площі чистого поливу поля у 50 га. Кількість Д.М. працюючих одночасно встановлюється за графіком поливу.

3. Матеріали з відображенням графіка поливів і роботи насосної станції.



Графік поливів у вигляді діаграми "Ексел"



Графік роботи насосної станції у вигляді діаграми "Ексел".

4. Висновки по кількості одночасно працюючих дощувальних машин та витратам.

- на зрошуваній ділянці буде працювати 7 дощувальних машин;
- мінімальні витрати брутто з $Q_{\text{min}}=47 \text{ л/с}$, а максимальні $Q_{\text{max}}=330 \text{ л/с}$.

6.10. Гідравлічні розрахунки зрошувальної мережі

Мета: Оволодіння практичними навичками виконання гідравлічних розрахунків каналів і трубопроводів зрошувальної мережі.

Задача: Виконати гідравлічні розрахунки зрошувальної мережі.

Порядок виконання: Використати папку з файлами **“М_Гідравлічні розрахунки”**.

Послідовність дій:

1. Скласти схему для гідравлічних розрахунків каналів або трубопроводів.
2. Виконати гідравлічні розрахунки за програмним файлом **“Гідравл_розрахунки.exe”**, а результати читати у файлі **“W_GR.doc”**.

Теоретичні основи:

Модель **“Гідравл_розрахунки.exe”** дозволяє виконати гідравлічні розрахунки для мережі з каналів, чи напірних трубопроводів. Для каналів встановлюються оптимальні перерізи та параметри руху потоку води в них, а для трубопроводів: діаметри труб, втрати напору та напір насосної станції. При цьому перемінними факторами можуть бути:

- розрахункова схема зрошувальної мережі;
- розрахункові витрати води;
- параметри перерізу каналу або діаметр трубопроводу;
- шорсткість поверхні каналу;
- ухил дна каналу;
- швидкість руху води.

Послідовність виконання гідравлічних розрахунків каналів за моделлю **“Гідравл_розрахунки.exe”**:

1. На зрошуваній мережі імітується ситуація коли полив ведеться на самих віддалених полях від джерела зрошення;

2. Встановлюється шлях руху води від джерела зрошення до самого віддаленого поля - розрахункова траса.

3. Креслиться схема розрахункової траси з вузлами розподілу води, розрахунковими відрізками на яких вказуються: розрахункові витрати, довжина, ухлон дна каналу.

4. Виконуються розрахунки на моделі **“Гідравл_розрахунки.exe”**, за вихідними даними:

- кількість розрахункових відрізків;
- нормальні витрати води (максимальні);
- ухил дна каналу;
- закладення укосу;
- шорсткість русла каналу.

5. Аналіз гідравлічних параметрів каналів.

6. Імітація параметрів ***i*** та ***b***, якщо необхідно змінити швидкість руху води в каналі (***V***) або параметр оптимальної форми русла каналу (***β***), якщо він не відповідає критеріям.

Послідовність виконання гідравлічних розрахунків трубопроводів за моделлю **“Гідравл_розрахунки.exe”**:

1. Встановлюється кількість одночасно працюючих дощувальних машин (за графіком поливів).

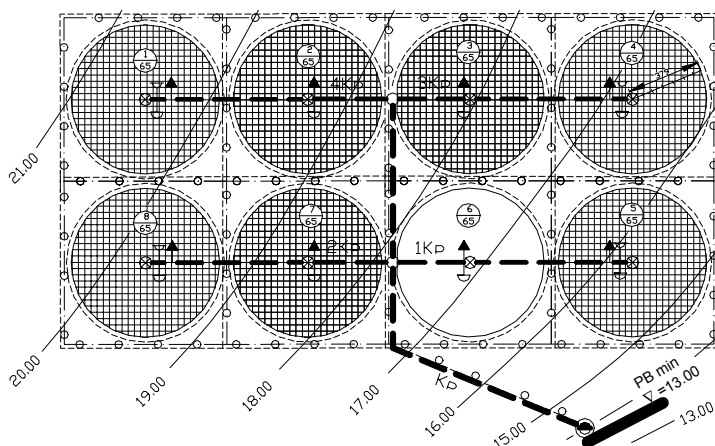
2. На зрошуваній мережі імітується ситуація, коли полив ведеться на самих віддалених полях від насосної станції.
3. Викреслюється схема зрошувальної мережі та на ній вказуються місця розташування дощувальних машин.
4. На схемі встановлюється розрахункова траса – траєкторія по якій рухається вода від насосної станції до самої віддаленої позиції поливу. Якщо є дві однакові по довжині траєкторії, то за розрахункову приймається та, у якій позначка поверхні землі на крайній позиції поливу більша.
5. По розрахунковій трасі позначаються розрахункові відрізки і на них вказуються: розрахункові витрати, довжина і позначка поверхні землі.
7. Вводяться вихідні дані:
 - кількість альтернативних розрахункових трас;
 - кількість розрахункових відрізків по усім розрахунковим трасам;
 - по кожному розрахунковому відрізку: витрати, довжина та позначки поверхні землі у гирлі,
8. Аналіз гідравлічних параметрів зрошувальної мережі.
9. Якщо є необхідність зміни гідравлічних параметрів – виконується імітація по діаметрах трубопроводів (вводяться уніфіковані діаметри згідно матеріалу труб).

Приклад виконання на ПЕОМ

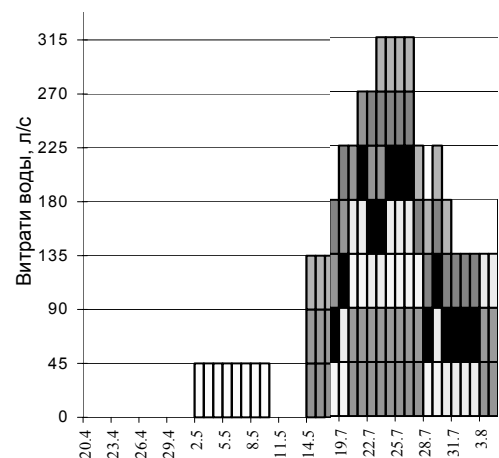
Задача. Виконати гідравлічні розрахунки зрошувальної мережі на основі графіка поливу.

1. Схема для гідравлічних розрахунків.

Згідно графіка поливів, кількість одночасно працюючих дощувальних машин 4. Витрати води однією Д.М. $Q_{\text{нєтто}} = 45 \text{ л/с}$, а з урахуванням ККД=0,96 у розрахунках приймається $Q = 45 / 0,96 = 47 \text{ л/с} = 0,047 \text{ м}^3/\text{с}$



Зрошувальна мережа з імітацією поливів на 7 полях



Фрагмент графіку поливів

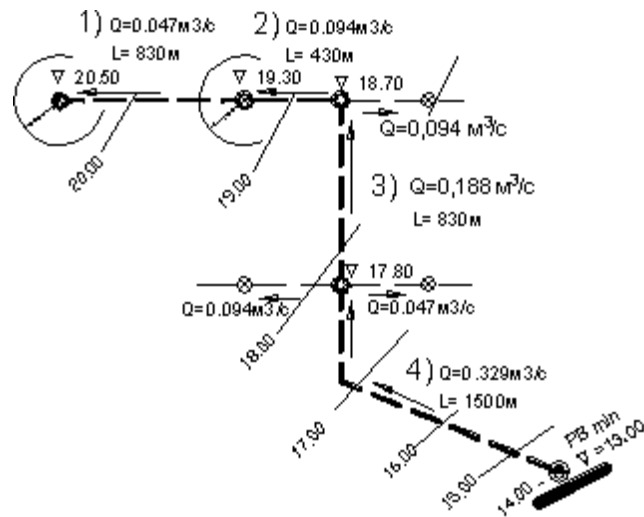


Схема до гідравлічних розрахунків

2. Результати гідравлічних розрахунків за моделлю **“Гидравл_розрахунки.exe”**.

Розрахункова траса 1-2-3-4-НС

№ відрізу	Довжина (L), м	Матеріал трубопроводу	Витрати (Q), м³/с	Діаметр труби (D), мм	Швидкість руху (V), м/с	Втрати напору (H _L), м	Позначки п'езом. напору	Позначки поверхні землі
1	830	ВТ-12	0.047	250	0.96	3.76	57.83	20.50
2	430	ВТ-12	0.094	300	1.33	3.09	61.37	19.30
3	830	ВТ-12	0.188	400	1.50	5.54	67.75	18.70
4	1500	ВТ-12	0.329	500	1.68	9.94	79.18	17.80

И.О.(отм.воды) = 13.00

Н_{нс} = Н_г + Н_{св} + Н_л + Н_м = 7.5 + 33 + 22.3 + 3.3 = 66.2 м

Потужність насосної станції: W_{нс} = 520 кВт/год

6.11. Визначення оптимального поперечного перерізу русла каналу

Мета: Оволодіння практичними навичками рішення оптимізаційних задач

Задача: Установити параметри перетину русла зрошувального каналу трапецеїдальної форми:

1. для максимальної пропускної спроможності;
2. для умови мінімальних втрат води на фільтрацію.

Теоретичні основи:

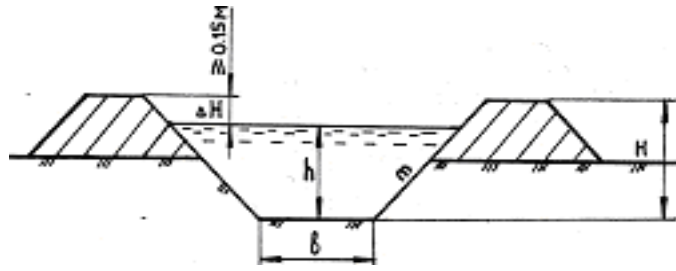
Перетин русла зрошувального каналу з трапецеїдальною формою визначається параметрами **b, m, h**

де **b** - ширина каналу по дну,

m - закладення відкосу,

h - глибина води,

χ - змочений периметр.



Математична модель рівномірного руху води у відкритому руслі каналу:

$$\left\{ \begin{array}{ll} b & 0 \leq b \leq 2 \cdot h(a\sqrt{1+m^2} - m) \\ h & 0 \leq h \\ m, a, n, i & \\ \omega = (b + m \cdot h)h & \\ \chi = b + 2 \cdot h\sqrt{1+m^2} & \\ R = \omega / \chi & \\ C = (1/n) \cdot R^{1/6} & \\ V = C\sqrt{R \cdot i} & \\ Q = \omega \cdot V & 0 < Q \end{array} \right.$$

Пропускна спроможність каналу буде максимальною за умов $V \rightarrow \max$, чи $\chi \rightarrow \min$, коли опір руху води мінімальний.

Фільтраційні втрати води з каналу будуть мінімальними за умови співвідношення: $b/h = 2(a\sqrt{1+m^2} - m)$ або $b = 2 \cdot h(a\sqrt{1+m^2} - m)$ де $a = 1,1 \div 1,2$ - коефіцієнт - виправлення на капілярне бічне поглинання води в відкоси каналу: для піску -1,1; для суглинків - 1,2.

Така задача відноситься до оптимізаційного типу і зводиться до рішення цільової функції $V \rightarrow \max$ з обмеженнями:

по 1 пункту задачі $b \geq 0$, , $h > 0$, $Q = \text{const}$

по 2 пункту задачі $b = 2h(\lambda\sqrt{1+m^2} - m)$, , $h > 0$, $Q = \text{const}$

Ця задача реалізується в системі "Excel" за допомогою надбудови "Пошук рішення" – інструмента для рішення систем рівнянь і задач оптимізації.

Порядок виконання:

1. Вихідні дані для рішення задачі вибрати з таблиць.
2. Скласти оптимізаційну модель у розрахунковій системі "Excel"
3. Виконати розрахунки 1 і 2 пунктів задачі в послідовності: сервіс\пошук рішення\діалогове вікно.
4. Результати роботи представити в послідовності:
 - теоретичні основи і вихідні дані;

- оптимізаційна модель з рішенням;
- порівняльні креслення-схеми перерізів каналу по 1 і 2 пунктах задачі.

Контрольні питання:

1. Що таке оптимізаційна модель?
2. Модель рівномірного руху води у відкритому руслі каналу?
3. При якій умові швидкість потоку води в каналі максимальна?
4. Порядок складання оптимізаційної моделі і рішення задачі на ПЕОМ?

Приклад виконання на ПЕОМ

Скласти оптимізаційну модель у розрахунковій системі "Excel"

1 частина задачі

Параметри каналу при яких забезпечується максимальна пропускна спроможність

2 частина задачі

Параметри каналу при яких втрати води на фільтрацію мінімальні

Символ	Формула	Границі параметра		Символ	Формула	Границі параметра	
		min	max			min	max
b	1,35	0,01		b	2,53	0,01	
h	1,63			h	1,29		
m	1			m	1		
a	1,2			a	1,2		
n	0,02			n	0,02		
l	0,0002			l	0,0002		
w	4,86			w	4,93		
x	5,96			x	6,18		
R	0,82			R	0,80		
C	48,33			C	48,15		
V	0,62	max 3		V	0,61	max 3	
Q	3,00			Q	3,00		
b/h	0.83			b/h	1,96		

6.12. Моделювання водовипускної споруди

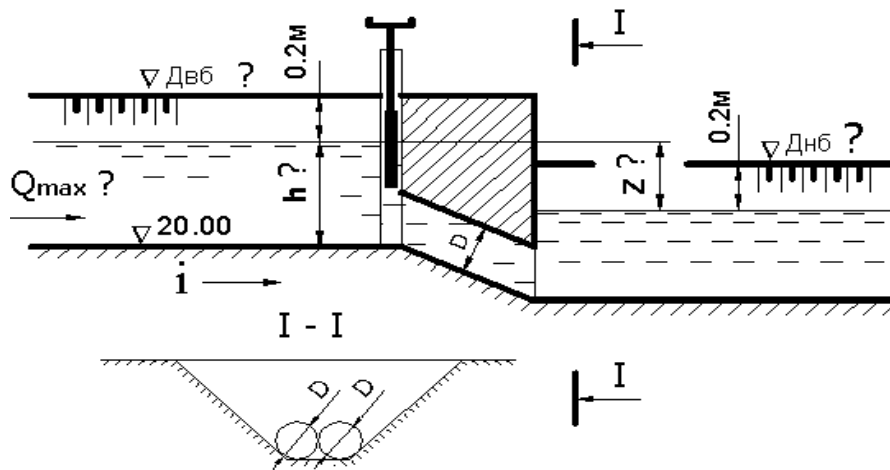
Мета: Оволодіння практичними навичками проектування гідротехнічних споруд

Задача: Визначити максимальну пропускну спроможність водовипускної споруди, її гідравлічні та будівельні параметри, що вказані на рисунку зі знаком запитання.

Теоретичні основи:

Витрата води через водовипускную споруду:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gZ}, \text{ м}^3 / \text{с}, \quad (6.10)$$



де μ - витратний коефіцієнт споруди;

ω - площа вихідного перерізу, м^2 ;

g - прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м}^2/\text{с}$;

Z - напір водовипускної споруди, м.

Порядок виконання:

1. Вихідні дані для рішення задачі вибрати з таблиць.
2. Скласти оптимізаційну модель руху води через споруду в системі "Excel"
3. Виконати розрахунки за умовами завдання.
4. Результати роботи представити в послідовності:
 - теоретичні основи і вихідні дані;
 - оптимізаційна модель з рішенням;
 - креслення споруди.

Контрольні питання:

1. Де і з якою ціллю встановлюється водовипускна споруда ?
2. Як встановити витрати води через водовипускную споруду ?
3. Математична модель руху води через водовипускную споруду?
4. Інструмент для розв'язання системи рівнянь в Excel?

6.13. Моделювання фільтрації води через ґрунтову греблю

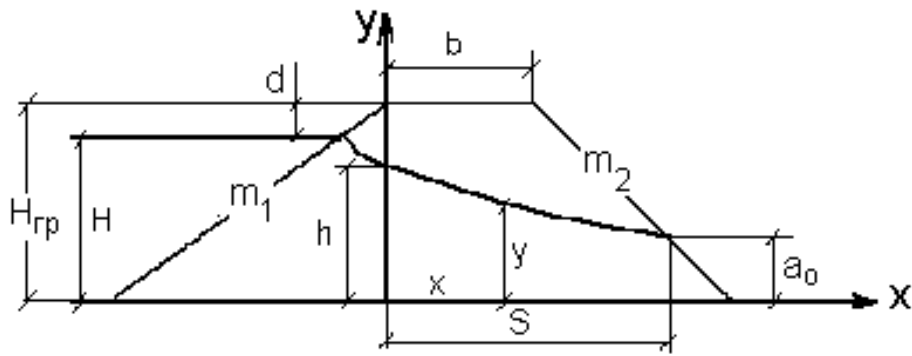
Мета: Оволодіння практичними навичками моделювання гідротехнічних споруд

Задача: Розрахувати фільтрацію води через однорідну ґрунтову греблю:

1. Встановити параметри фільтраційного потоку q , h , a_0 , S
2. Змоделювати греблю та депресійну криву фільтраційного потоку. Перевірити стійкість ґрунту греблі на механічну суфозію

Теоретичні основи:

Розрахункова схема греблі та фільтрації води через неї при відсутності води у нижньому б'єфі.



де H – напір води перед греблею, м;
 d – перевищення відмітки гребня греблі над НПР, м;
 $H_{гр}$ – висота греблі, м;
 b – ширина гребня, м;
 m_1 – коефіцієнти закладання укосу верхнього б'єфу;
 m_2 – коефіцієнти закладання укосу нижнього б'єфу;
 K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації, м/доб.

Модель фільтраційного потоку води через тіло греблі

$$\begin{cases} q = \frac{K_{\phi} (H - h)}{m_1} \cdot 2,3 \lg \frac{H_{гр}}{H_{гр} - h} \\ q = \frac{K_{\phi} (h^2 - a_0^2)}{2 \cdot S} \\ q = \frac{K_{\phi} a_0}{m_2} \\ S = b + m_2 \cdot (H_{гр} - a_0) \end{cases}$$

де q – питомі фільтраційні витрати води в тілі греблі, $\frac{м^3}{доб \cdot м}$;
 h – ордината фільтраційного напору в початковому перерізі, м;
 a_0 – ордината фільтраційного напору в кінці шляху фільтрації, м;
 S – довжина шляху фільтрації, м.

Модель депресійної кривої фільтраційного потоку через греблю

$$y = \sqrt{h^2 - \frac{2 \cdot q}{K_{\phi}} \cdot x}; \quad x = 0 \div S \text{ – крива депресії}$$

x, y – змінні координати депресійної кривої.

Модель тіла греблі

$$y_{м.в.} = H_{гр} + \frac{x}{m_1}; \quad x = 0 \div (-H_{гр} \cdot m_1) \text{ – мокрий укіс}$$

$$y_{с.в.} = H_{гр} - \frac{x}{m_2}; \quad x = b \div (H_{гр} \cdot m_2 + b) \text{ – сухий укіс}$$

$$y_{г.п.} = H_{гр}; \quad x = 0 \div b \text{ – гребінь греблі}$$

$y_{p.v.b.} = H$; $x = -(H_{гр} - H) m_1 \div (-H_{гр} \cdot m_1)$ – рівень води верхнього б'єфу

Перевірка стійкості ґрунту на механічну суфозію.

Суфозія відсутня, якщо

$V_{вих} \leq V_{суф}$, де $V_{суф}$ – допустима швидкість для ґрунту греблі, м/с.

$$V_{суф} = \sqrt{\frac{K_{\phi}}{30}}, \text{ м/с}$$

де K_{ϕ} - коефіцієнт фільтрації ґрунту.

Швидкість фільтрації на виході фільтраційного потоку на низовий укіс:

$$V_{вих} = K_{\phi} \cdot I_{вих}, \text{ м/с}$$

$I_{вих}$ - уклон кривої депресії при виході на низовий укіс $I_{вих} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

Порядок виконання:

- 1) Вихідні дані вибрати з таблиці.
- 2) Скласти оптимізаційну модель фільтраційного потоку води через греблю і встановити параметри потоку
- 3) Скласти моделі: греблі та кривої депресії фільтраційного потоку.
- 4) Графічно відобразити греблю та депресійну криву фільтраційного потоку води.
- 5) Перевірити стійкість ґрунту греблі на механічну суфозію.
- 6) Результати роботи представити у послідовності:
 - теоретичні основи;
 - модель фільтраційного потоку з рішенням;
 - моделі греблі та депресивної кривої;
 - графічне відображення греблі та кривої депресії;
 - розрахунки стійкості ґрунту греблі на механічну суфозію.

Контрольні питання:

1. Де використовується ґрунтова гребля і її конструктивні елементи ?
2. Елементи фільтраційного потоку через тіло греблі ?
3. Математична модель руху води через тіло греблі?
4. Математична модель тіла греблі?

Приклад виконання на ПЕОМ

Моделювання фільтрації води через ґрунтову греблю

Символ Формула

Границі параметра
min max

Вихідні дані	
H	10
d	2
H _{пл}	12
b	8
m ₁	1,8
m ₂	1,5
k _ф	0,08

напор воды перед греблею, м
 перевищення позначки верха гребляі над НПР, м
 висота греблі, м
 ширина верха, м
 коэф закладення мокрого відкосу
 коэф закладення сухого відкосу
 коэфіцієнт фільтрації, м/сут

Модель фільтрації води через тіло греблі

h	7,872
a	1,890
q	0,101
q	0,101
q	0,101
S	23,2

10

ордината фільтраційного напору на початку, м
ордината фільтраційного напору на кінці, м
питомі фільтраційні витрати через греблю, м³/доб м
питомі фільтраційні витрати через греблю, м³/доб м
питомі фільтраційні витрати через греблю, м³/доб м
довжина шляху фільтрації, м

Моделі

Крива депресії

x	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	23,2
y	7,87	7,54	7,20	6,84	6,47	6,06	5,63	5,16	4,65	4,07	3,40	2,55	1,89

Мокрий відкіс греблі

x	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-21,6
y	12,0	10,9	9,8	8,7	7,6	6,4	5,3	4,2	3,1	2,0	0,9	0,0

Верх греблі

x	0	2	4	6	8
y	12	12	12	12	12

Сухий відкос греблі

x	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
y	12	10,667	9,333	8	6,667	5,333	4	2,667	1,333	0

Рівень води верхнього б'єфу

x	-3,6	-7	-8,6	-10,2	-11,8	-13,4	-15	-16,6	-18,2	-19,8	-21,4	-22
y	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

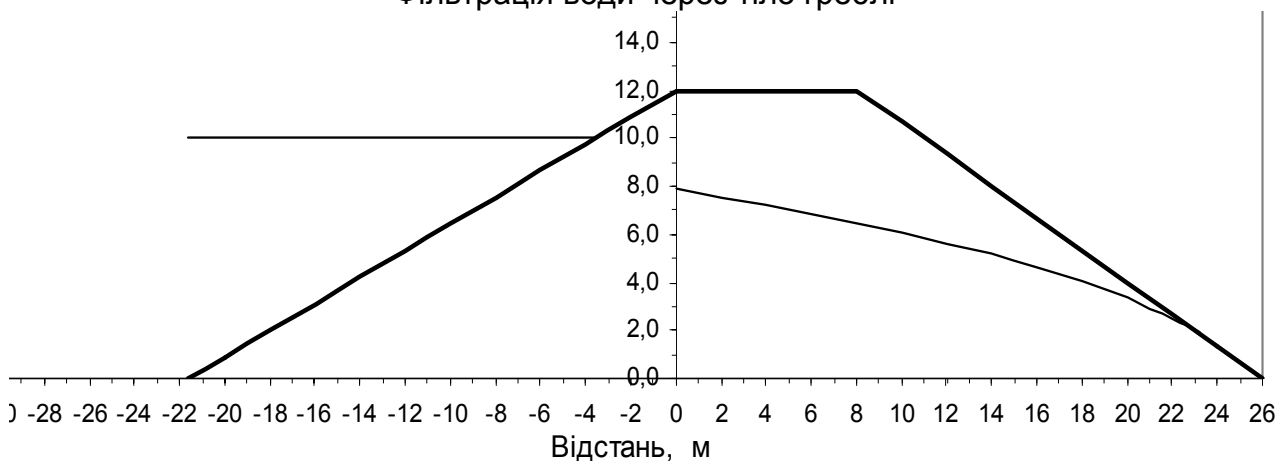
Перевірка на суфозію

$$V_{суф} = \sqrt{\frac{K_{\phi}}{30}} = \sqrt{\frac{0,08}{30}} = 0,052, м/с \quad I_{вих} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{2,55 - 1,89}{23,2 - 22} = 0,52$$

$$V_{вих} = K_{\phi} \cdot I_{вих} = 0,08 \times 0,57 = 0,046, м/с$$

$$V_{суф} = 0,052 > V_{вих} = 0,046 \quad \text{суфозія відсутня}$$

Фільтрація води через тіло греблі



6.14. Розрахунки дренажу зрошуваних земель

Мета: Оволодіння практичними навичками виконання прогнозу зміни рівня підґрунтових вод та розрахунків параметрів горизонтального дренажу.

Задача: Виконати прогноз зміни рівня підґрунтових вод, прогнозний розрахунок зміни мінералізації підґрунтових вод і засоленості ґрунтів підґрунтя зони аерації за методом академіка С.Ф. Авер'янова та розрахунки параметрів дренажу.

Порядок виконання:

1. Відкрити файл **Дренаж.xls** (повний шлях до файлу можна дізнатися у викладача чи лаборанта).
2. Дані для розрахунку вводять в ячейки, що окреслені червоним кольором (рис. 1). При цьому, для вводу десятих, ставиться кома після цілої частини. У випадках, коли значення потрібно вибирати зі списку, біля ячейки з'являється значок списку (рис. 2). Після клацання на ньому відкривається список можливих значень (рис. 3).

7	2. Геофільтраційні умови:			
8	а)	схема 1: $T_1 =$	24	м
9		схема 2: $T_1 =$	24	м
10		$T_2 =$	39	м

Рис. 1

Ячейки для вводу значень

5	Вихідні дані:			
6	1. Сівозміна:	Зернова		Значок списку
7	2. Геофільтраційні умови:			

Рис. 2

4				
5	Вихідні дані:			
6	1. Сівозміна:	Зернова		
7	2. Геофільтраційні умови:	Зернова		
8	а) схем	Зерново-кормова		$K_{\phi 1}$
		Кормова		
		Овоче-кормова		
9		схема 2: $T_1 =$	24	м $K_{\phi 1}$

Рис. 3

Список можливих значень

3. Для збереження файлу на диску виберіть **Файл** → **Сохранить как**. Введіть назву файлу та місце розташування. В подальшому, при роботі з цією програмою, відкривайте вже ваш збережений файл.

- Для попереднього перегляду документу перед друком виберіть **Файл→Предварительный просмотр**. Якщо поля сторінок Вас не задовольняють, виберіть **Файл→Параметры страницы** та введіть нові значення полів.
- Для друку документу виберіть **Файл→Печать**. Якщо друкується не весь документ, тоді вкажіть з якої по яку сторінку потрібно друкувати.

Приклад виконання на ПЕОМ

Вихідні дані:

- Сівозміна:
- Геофільтраційні умови:
 - схема 1: $T_1 = 22$ м $K_{\phi 1} = 0,4$ м/доб
схема 2: $T_1 = 22$ м $K_{\phi 1} = 0,4$ м/доб
 $T_2 = 30$ м $K_{\phi 2} = 1,5$ м/доб
 - вихідна глибина залягання підґрунтових вод: м
 - мінералізація підґрунтових вод: г/л
 - коефіцієнт водовіддачі:
- Грунтові умови:
 - тип ґрунту:
 - об'ємна маса: г/см³
 - удільна маса: г/см³
 - шпаруватість:
 - найменша вологоємність: %
 - коефіцієнт конвективної дифузії: м²/доб
 - ступінь засолення ґрунту за щільним залишком: %
 - ступінь засолення ґрунту за хлором: %
 - вміст солей у поливній воді: г/дм³
- Коефіцієнт корисної дії системи:
- Коефіцієнт земельного використання:
- Матеріал дрена:
- Матеріал колекторів:
- Опади: мм

1 Прогноз зміни рівня підґрунтових вод

Сумарна середньозважена зрошувальна норма дорівнює:

$$M_{\text{ср.зв.}}^{\text{HT}} = 3960 \text{ м}^3/\text{га}$$

Зрошувальна норма нетто, яка подається на 1 га зрошуваної площі бруто дорівнює:

$$O_p = 3564 \text{ м}^3/\text{га}$$

Величина фільтрації дорівнює:

$$\Phi_k = 396 \text{ м}^3/\text{га}$$

Середньозважена величина сумарної водопотреби вегетаційного періоду дорівнює:

$$E_{\text{вп}}^{\text{ср.зв.}} = 6150 \text{ м}^3/\text{га}$$

Величина сумарного випаровування невегетаційного періоду дорівнює (в межах 700..800):

$$E_{\text{нп}} = 800 \text{ м}^3/\text{га}$$

Водний баланс для зрошуваних масивів дорівнює:

$$\sum \Delta W = 1450 \text{ м}^3/\text{га} \quad \text{при } \alpha = 1$$

Щорічний приріст рівнів підґрунтових вод дорівнює:

$$\Delta h = 1,12 \text{ м}$$

Критична глибина залягання РПВ дорівнює:

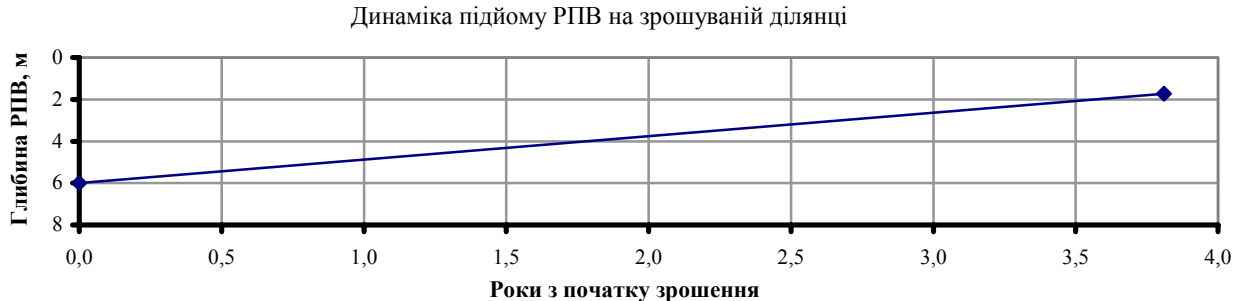
$$H_{кр} = 1,73333 \text{ м}$$

Початкове положення рівня підґрунтових вод:

$$H_{поч} = 6 \text{ м}$$

Час, за який РПВ дійде до граничних позначок дорівнює:

$$t_{кр} = 3,81 \text{ років}$$



Середньорічна швидкість підйому рівня підґрунтових вод до критичної глибини складає:

$$V_{сер} = 1,12 \text{ м/рік}$$

Об'єм води, який піднявся до критичних позначок з розрахунком на один квадратний метр, дорівнює:

$$W = 1,92 \text{ м}^3$$

Місткість W заповнюється знизу на величину $\alpha\Phi_k$, а зверху g_1 :

$$\alpha\Phi_k = 1,44 \text{ м}^3$$

$$g_1 = 0,48 \text{ м}^3$$

2. Прогнозний розрахунок зміни мінералізації підґрунтових вод і засоленості ґрунтів підґрунтя зони аерації за методом академіка С.Ф. Авер'янова

1) Можлива мінералізація підґрунтових вод, яка піднялась, дорівнює:

$$n'_1 = 13,68 \text{ г/дм}^3$$

2) Швидкість підйому РПВ дорівнює:

$$V_1 = 0,0031 \text{ м/доб}$$

3) Швидкість інфільтрації води із зрошувальних полів:

$$V_2 = 0,0008 \text{ м/доб}$$

4) Втрати води з полів при інфільтрації дорівнюють:

$$W_n = 131,4 \text{ мм/рік}$$

5) Втрати води при фільтрації з каналів розподільчої мережі:

$$W_{\phi} = 377,78 \text{ мм/рік}$$

6) Положення стабілізуючих підґрунтових вод дорівнює:

$$x_1 = 0,67 \text{ м}$$

7) Час, за який відбудеться підняття РПВ від критичної глибини залягання підґрунтових вод до положення, при якому РПВ стабілізується:

$$t = 1,9 \text{ рік (років)}$$

8) Необхідно визначити нові значення швидкості для зони X_1 :

а) інтенсивність інфільтрації зі зрошуваних полів:

$$V'_2 = 0,0023 \text{ м/доб}$$

б) результуюча швидкість висхідного току:

$$e = 0,001 \text{ м/доб}$$

в) інтенсивність транспірації:

$$V'_1 = 0,0033 \text{ м/доб}$$

9) Параметр Пекле дорівнює:

$$Pe = 0,82$$

10) Швидкість вертикального водообміну:

$$V = 1,43 \text{ м/доб}$$

11) Можлива величина мінералізації ґрунтового розчину на поверхні ґрунту:

$$n' = 9,87 \text{ г/дм}^3$$

12) Глибина, на якій очікується максимальне засолення:

$$x_{\max} = 0,47 \text{ м}$$

13) Максимальне засолення ґрунтового розчину на глибині максимального засолення:

$$n_{\max} = 14,73 \text{ г/дм}^3$$

14) Середня мінералізація ґрунтового розчину для всього шару товщі зони аерації розраховуємо за спрощеною формулою:

$$n_{\text{сер}} = 10,26 \text{ г/дм}^3$$

15) Можливе накопичення солей у двометровому шарі ґрунту підґрунтя:

$$G = 9,23 \text{ кг}$$

16) Щорічне надходження солей в x_1 -шар зі сторони підґрунтових вод:

$$\Delta G = 4,99 \text{ кг}$$

17) Час, за який відбудеться засолення зони аерації при підйомі РПВ вище критичних позначок:

$$T = 1,85 \text{ рік}$$

3. Розрахунок параметрів дренажу

3.1. Визначення глибини закладання дрен

Перевищення рівня ПВ на міждренні над рівнем води в дренах:

$$H_{\text{ост}} = 0,4 \text{ м}$$

Глибина води в дрені:

$$H_{\text{нап}} = 0,05 \text{ м}$$

Глибина закладання дрени дорівнює:

$$H_{\text{др}} = 2,18 \text{ м}$$

Середня глибина підґрунтових вод дорівнює:

$$H_{\text{сер}} = 1,88 \text{ м}$$

3.2 Визначення відстані між дренами:

а) визначення відстані між дренами для схеми I-I

Потужність водонасиченого шару ґрунту дорівнює:

$$m_1 = 20,12 \text{ м}$$

Провідність водоносного шару ґрунту:

$$T' = 8,05 \text{ м}^2/\text{доб}$$

Інтенсивність фільтраційного живлення дорівнює:

$$W = 0,00073 \text{ м/доб}$$

Перевищення середньої глибини підґрунтових вод над рівнем води у дрені:

$$b = 0,25 \text{ м}$$

Радіус дрени попередньо приймаємо:

$$r_d = 0,05 \text{ м}$$

Опір дорівнює:

$$f = 1,54$$

Фільтраційний опір, обумовлений гідродинамічною недосконалістю дренажу за ступенем розкриття водоносної товщі:

$$\Phi = 30,98 \text{ м}$$

Відстань від рівня води в дрені до поверхні водоупору:

$$m_q = 19,87 \text{ м}$$

Відстань між дренами за формулою В.М. Шестакова дорівнює:

$$B = 101,12 \text{ м}$$

Коефіцієнт висячості дорівнює:

$$\alpha = 0,292$$

Відстань між дренами за формулою С.Ф. Авер'янова:

$$B = 101,37 \text{ м}$$

Розбіжність за двома методами менше 5 м, виконувати підбір немає необхідності

У випадку, коли розбіжність велика виконуємо підбір B:

$$B = 105 \text{ м}$$

$$\alpha = 0,299$$

$$B = 102,578 \text{ м}$$

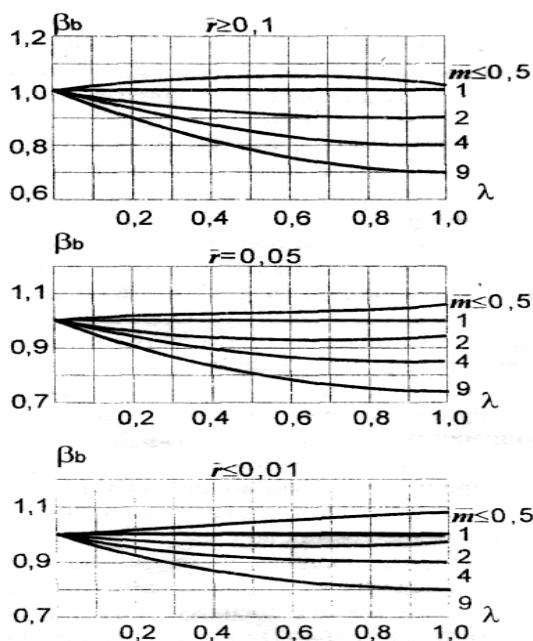
Відстань між дренами за третім способом:

$$B = 101,413 \text{ м}$$

Остаточно приймаємо $B = 105 \text{ м}$

б) визначення відстані між дренами для схеми II-II

Сумарна провідність водонасиченої товщі дорівнює:



$$T' = 53,05 \text{ м}^2/\text{доб}$$

Сумарна потужність водонасиченого шару:

$$m = 50,12 \text{ м}$$

Опори дорівнюють:

$$f_1 = 1,54$$

$$f = 1,83$$

$$\bar{r} = 0,0025 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,579$$

$$\bar{m} = 1,49 \text{ м}$$

Знаходимо за графіком:

$$\beta_b = 0,9$$

Фільтраційний опір дорівнює:

$$\Phi = 224,35$$

Відстань між дренами дорівнює:

$$B = 121,36 \text{ м}$$

Приймаємо: $B = 130 \text{ м}$

4. Гідравлічний розрахунок при проектуванні колекторно-дренажної мережі

Довжина дрени для схеми I-I: 630 м

Довжина дрени для схеми II-II: 630 м

Кількість дрена для схеми I-I: 29

Кількість дрена для схеми II-II: 23

Тип труби дрени:

Труби дренажні гнучкі виті з ПВХ ТУ 21 УРСР 72-77

Довжина колектору для схеми I-I: 2900 м

Довжина колектору для схеми II-II: 2900 м

Тип труби колектору:

Труби керамзитобетонні дренажні ТУ 33-5-80 (з'єдн. встик)

4.1 Гідравлічний розрахунок для схеми I-I

1) Визначаємо нормальну витрату дрени

Модуль дренажного стоку у вегетаційний період:

$$q_{\text{вер}} = 0,085 \text{ л/с/га}$$

Площа, яку обслуговує дрена, дорівнює:

$$F = 6,62 \text{ га}$$

Витрата дрени дорівнює:

$$Q_{\text{ндр}} = 0,0006 \text{ м}^3/\text{с}$$

2) Максимальна витрата дрени дорівнює:

$$Q_{\text{макдр}} = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}$$

3) Визначаємо нормальну витрату колектору:

$$Q_{\text{нкол}} = 0,017 \text{ м}^3/\text{с}$$

4) Визначаємо максимальну витрату колектору:

$$Q_{\text{маккол}} = 0,085 \text{ м}^3/\text{с}$$

5) Розрахунки зводимо в таблицю:

Наймен.	L	B	F	$Q_{\text{ндр}}$	$Q_{\text{макдр}}$	n	$Q_{\text{нкол}}$	$Q_{\text{маккол}}$
Дрена	630	105	6,62	0,0006	0,003	-	-	-
Колек.	2900	-	191,98	-	-	29	0,017	0,085

6) Визначаємо діаметр дрени

Попередньо діаметр дрени приймаємо: мм

Ухил дрени приймаємо:

$$R = 0,025$$

$$n = 0,017$$

$$C = 31,81$$

$$d = 0,128 \text{ м}$$

Діаметр дрени приймаємо:

$$d = \text{ мм}$$

7) Перевіряємо максимальну швидкість:

$$v_{\text{мак}} = 0,207 \text{ м/с} \quad \text{Швидкість менша за 0,8 - умова виконується}$$

8) Перевіряємо нормальну швидкість:

$$A = 0,2$$

$$b = 0,74$$

$$V_{\text{н}} = 0,153 \text{ м/с} \quad \text{Швидкість більша за 0,15 - умова виконується}$$

9) Визначаємо діаметр колектору в гирлі

Попередньо діаметр колектору приймаємо: мм

Ухил дрени приймаємо:

$$R = 0,075 \text{ м}$$

$$n = 0,015$$

$$C = 43,29$$

$$d = 0,442 \text{ м}$$

Діаметр колектору приймаємо:

$$d = \text{ мм}$$

10) Перевіряємо максимальну швидкість:

$$v_{\text{мак}} = 0,53 \text{ м/с} \quad \text{Швидкість менша за 0,8 - умова виконується}$$

11) Перевіряємо нормальну швидкість:

$$A = 0,2$$

$$b = 0,74$$

$$V_{\text{н}} = 0,392 \text{ м/с} \quad \text{Швидкість більша за 0,15 - умова виконується}$$

12) Визначаємо місце зміни діаметру по довжині колектору

а) перша зміна діаметру:

Кількість дрена, що впадають у верхню частину колектору:

$$n = \text{}$$

$$Q_{\text{маккол}} = 0,024 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d = 0,267 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр:

$$d = \text{ мм}$$

б) друга зміна діаметру:

Кількість дрена, що впадають у середню частину колектору:

$$n = \text{}$$

$$Q_{\max}^{\text{кол}} = 0,06 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d = 0,385 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр: $d = 300 \text{ мм}$

в) третя зміна діаметру:

Діаметр колектору у нижній частині

$$d = 400 \text{ мм}$$

13) Гідравлічні елементи дрени і колектору зводимо у таблицю:

Наймен.	i	C	n	d _{розр} , м	d _{прий} , м	V _н , м/с	V _{max} , м/с
Дрена	0,0017	31,81	0,017	0,128	0,1	0,153	0,207
Колек.	0,0015	43,29	0,015	0,442	400	0,39234	0,53019
	0,0015	43,29	0,015	0,385	300	0,33978	0,45916
	0,0015	43,29	0,015	0,267	200	0,27743	0,3749

4.2 Гідравлічний розрахунок для схеми II-II

1) Визначаємо нормальну витрату дрени

Модуль дренажного стоку у вегетаційний період:

$$q_{\text{вер}} = 0,085 \text{ л} \cdot \text{с}/\text{га}$$

Площа, яку обслуговує дрена, дорівнює:

$$F = 8,19 \text{ га}$$

Витрата дрени дорівнює:

$$Q_{\text{н}}^{\text{др}} = 0,0007 \text{ м}^3/\text{с}$$

2) Максимальна витрата дрени дорівнює:

$$Q_{\max}^{\text{др}} = 0,0035 \text{ м}^3/\text{с}$$

3) Визначаємо нормальну витрату колектору:

$$Q_{\text{н}}^{\text{кол}} = 0,0161 \text{ м}^3/\text{с}$$

4) Визначаємо максимальну витрату колектору:

$$Q_{\max}^{\text{кол}} = 0,081 \text{ м}^3/\text{с}$$

5) Розрахунки зводимо в таблицю:

Наймен.	L	B	F	$Q_{\text{н}}^{\text{др}}$	$Q_{\max}^{\text{др}}$	n	$Q_{\text{н}}^{\text{кол}}$	$Q_{\max}^{\text{кол}}$
Дрена	630	130	8,19	0,0007	0,0035	-	-	-
Колек.	2900	-	188,37	-	-	23	0,0161	0,081

6) Визначаємо діаметр дрени

Попередньо діаметр дрени приймаємо: 100 мм

Ухил дрени приймаємо: $0,0017$

$$R = 0,025$$

$$n = 0,017$$

$$C = 31,81$$

$$d = 0,136 \text{ м}$$

Діаметр дрени приймаємо: $d = 100 \text{ мм}$

7) Перевіряємо максимальну швидкість:

$$v_{\max} = 0,207 \text{ м/с} \quad \text{Швидкість менша за } 0,8 - \text{ умова виконується}$$

8) Перевіряємо нормальну швидкість:

$$A = 0,2$$

$$b = 0,74$$

$$V_{\text{н}} = 0,153 \text{ м/с} \quad \text{Швидкість більша за } 0,15 - \text{ умова виконується}$$

9) Визначаємо діаметр колектору в гирлі

Попередньо діаметр колектору приймаємо: 300 мм

Ухил дрени приймаємо: $0,0015$

$$R = 0,075 \text{ м}$$

$$n = 0,015$$

$$C = 43,29$$

$$d = 0,434 \text{ м}$$

Діаметр колектору приймаємо: $d = 300 \text{ мм}$

10) Перевіряємо максимальну швидкість:

$$v_{\max} = 0,459 \text{ м/с} \quad \text{Швидкість менша за } 0,8 - \text{ умова виконується}$$

11) Перевіряємо нормальну швидкість:

$$A = 0,2$$

$$b = 0,74$$

$$V_n = 0,34 \text{ м/с} \quad \text{Швидкість більша за } 0,15 - \text{ умова виконується}$$

12) Визначаємо місце зміни діаметру по довжині колектору

а) перша зміна діаметру:

Кількість дрен, що впадають у верхню частину колектору:

$$n = 8$$

$$Q_{\max}^{\text{кол}} = 0,028 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d = 0,284 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр: $d = 200 \text{ мм}$

б) друга зміна діаметру:

Кількість дрен, що впадають у середню частину колектору:

$$n = 0$$

$$Q_{\max}^{\text{кол}} = 0 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d = 0 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр: $d = - \text{ мм}$

в) третя зміна діаметру:

Діаметр колектору у нижній частині

$$d = 300 \text{ мм}$$

13) Гідравлічні елементи дрени і колектору зводимо у таблицю:

Наймен.	i	C	n	d _{розр} , м	d _{прий} , м	V _n , м/с	V _{max} , м/с
Дрена	0,0017	31,81	0,017	0,136	0,1	0,153	0,207
Колек.	0,0015	43,293	0,015	0,434	300	0,33978	0,45916
	0,0015	43,293	0,015	0	-		
	0,0015	43,293	0,015	0,284	200	0,27743	0,3749

6.15. Застосування ГІС–технологій при вивченні стану зрошуваних ландшафтів та проектування ландшафтно–меліоративних заходів

Мета: оволодіння практичними навичками застосування ГІС–технологій при вивченні стану зрошуваних ландшафтів та проектуванні ландшафтно–меліоративних заходів.

Задачі:

- оцінити стан зрошуваного ландшафту за допомогою ГІС–технологій;
- розробити ландшафтно – меліоративні заходи щодо покращення гідрогеолого–меліоративного стану зрошуваного ландшафту.

Теоретичні передумови виконання завдання

На сучасному рівні розвитку гідромеліорації важливим напрямом підвищення її ефективності та покращення стану агроландшафтів і

прилеглих територій є застосування геоінформаційних систем і комп'ютерних технологій в процесі проектування і експлуатації гідромеліоративних систем, а також при здійсненні еколого-меліоративного моніторингу, розробці систем ландшафтно-меліоративних заходів на кожному з етапів розвитку ґрунтово-гідрогеологічного процесу зрошуваного ландшафту [11].

В даному підрозділі наведено приклад, використання комп'ютерних ГІС – технологій для вивчення і оцінки стану зрошуваних ландшафтів та розробки системи ландшафтно-меліоративних заходів.

Базою даних для виконання практичних робіт є варіант завдання та дані за 30 варіантами (Морозов В.В., Грановська Л.М., Поляков М.Г., 2003). База даних вміщує відомості про:

- розміщення вивчаємого зрошуваного масиву та ділянки;
- якість зрошувальної води;
- критерії оцінки впливу зрошувальної води на ґрунти та рослини;
- складові водного балансу;
- складові сольового балансу;
- дані для розрахунку запасів загальних і токсичних солей в ґрунті;
- дані для оцінки гідрогеолого - меліоративного стану зрошуваних земель і розробки меліоративних заходів;
- дані для розрахунку прогнозів рівня і мінералізації ґрунтових вод;
- визначення критичної глибини залягання рівня ґрунтових вод.

Для виконання індивідуального практичного завдання і розробки проекту "Вивчення і оцінка стану агроландшафту та розробка еколого-меліоративних заходів" користувач вводить в комп'ютер номер свого варіанту та отримує всю необхідну інформацію з бази даних, а також результати розрахунків.

Порядок виконання:

1. Користувач отримає варіант розміщення вивчаємого зрошуваного масиву і ділянки [11, с. 137].

Варіант – 10;

Об'єкт вивчення – Каховський зрошуваний масив;

Ділянка розташована в Чаплинському районі Херсонської області

Найменування підприємства – НДП "Асканія Нова".

1. Оцінити вплив якості зрошувальної води на гідрогеолого - меліоративний стан зрошуваної ділянки.

Таблиця 1 - Вихідні дані для оцінки якості зрошувальної води на гідрогеолого–меліоративний стан зрошуваної ділянки (варіант 10, [11, с. 137]).

Одиниці виміру	HCO_3^{2-}	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	Мінералізація	pH
мг/л	180	48	106	40	26	52	450	8,8
г/л	0,180	0,048	0,106	0,040	0,026	0,052	0,450	-
мг-екв/л	2,880	1,344	2,226	2,000	2,132	2,288	-	-

При оцінці впливу якості зрошувальної води на гідрогеолого – меліоративний стан агроландшафту необхідно розглядати такі питання:

- оцінка загальної мінералізації зрошувальної води з точки зору небезпеки засолення ґрунтів та створення умов, пригнічуючих розвиток рослин із-за накопичення солей в ґрунтових розчинах;

- оцінку токсичної дії окремих іонів, присутніх в зрошувальній воді;

- оцінку впливу зрошувальної води на водопроникливість ґрунтів;

- прогнозування розвитку процесів підлучення та осолонцювання.

Результати вивчення впливу якості зрошувальної води на гідрогеолого-меліоративний стан зрошуваної ділянки наводяться в табличній формі (табл. 2.).

Таблиця 2 - Результати розрахунків впливу якості зрошувальної води на гідрогеолого – меліоративний стан зрошуваної ділянки (НДГ "Асканія Нова", Чаплинський р-н, Херсонська обл.)

№	Етапи оцінки	Критерії оцінки		Результати оцінки
1	2	3		4
1	Небезпека засолення	Загальна мінералізація М, г/л	0,45	Вода придатна для зрошення
2	Небезпека вторинного засолення	Загальна мінералізація М, г/л	0,45	Вода придатна для зрошення
3	Оцінка придатності води для зрошення с.–г. культур	Загальна мінералізація М, г/л	0,45	Придатна для зрошення культур низької солестійкості (плодові: абрикоси, персики, груші) і городні: цибуля, морква тощо
4	Оцінка токсичності для рослин іонів	Вміст іонів Na^+ , мг-екв/л	2,28	Вода нетоксична для рослин
	Оцінка токсичності для рослин іонів	Вміст іонів Cl^- , мг-екв/л	1,34	Вода нетоксична для рослин
5	Оцінка небезпеки виникнення процесів підлучення і подальшого осолонцювання	Вміст іонів HCO_3^- , мг-екв/л	2,88	Вода придатна для зрошення

1	2	3		4
6	Оцінка якості води в зв'язку зі зміною водопроникності ґрунту	Коефіцієнт, що характеризує небезпеку осолонцювання ґрунтів (коефіцієнт І.П.Айдарова-О.І.Голованова),%	55	Вода не придатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу
7		Коефіцієнт іонного обміну	0,42	Вода не придатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу
8		Натрієво-адсорбційне відношення (SAR)	1,59	Вода придатна для зрошення
		Натрієво-адсорбційне відношення (SAR*) с виправленням	3,18	Вода придатна для зрошення
9	Оцінка якості води по водневому показнику	Водневий показник рН	8,8	Вода сприяє підлученню ґрунтів
Загальний висновок:		Вода придатна для зрошення але є небезпека осолонцювання при багаторічному зрошенні		

3. Вивчити водний баланс зрошуваної ділянки

Таблиця 3 - Вихідні дані для вивчення водного балансу зрошуваної ділянки (варіант 10, [11, с. 142]).

Найменування показників	Значення
Водоподача на один гектар відповідної зрошуваної норми, м ³ /га	B = 3000
Приток поверхневих вод, м ³ /га	$\bar{П} = 0,00$
Приток підземних вод, м ³ /га	$\bar{П} = 0,00$
Середньо багаторічна сума атмосферних опадів, м ³ /га	A = 3500
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи	$\eta = 0,96$
Сумарні скиди за межі території, м ³ /га	C = 0,00
Середньорічна температура повітря за вивчаємий період, t ⁰ C	t = 10,00
Середня відносна волога повітря, %	$\alpha = 60,00$
Поверхневий стік, м ³ /га	$\bar{О} = 0,00$
Підземний стік, м ³ /га	$\bar{О} = 0,00$
Дренажний стік, м ³ /га	D = 300,0
Вертикальний водообмін між зоною аерації та зоною насичення	Q = 0,00
Вертикальний водообмін між напірними і ґрунтовими водами	q = 0,00

Під водним балансом розуміється співвідношення усіх форм приходу і витрат води з урахуванням їх запасів за визначений інтервал часу для вивчаємої ділянки.

Водний баланс зрошуваної ділянки за С.Ф. Авер'яновим має вигляд:

$$\pm \Delta W = B + \bar{II} + \underline{II} + A + \Phi_k - C - (I + Tr) - \bar{O} - \underline{O} - D \pm G \pm g$$

де $\pm \Delta W$ – сумарні запаси води у межах вивчаємої території;

B – водозабір;

$\bar{II}$ – приток підземних вод;

$\underline{II}$ – приток поверхневих вод;

A – атмосферні опади;

C – сумарні скиди за межі території по колекторно-дренажній мережі;

Φ_k – фільтрація із каналів;

$\pm G$ – вертикальний водообмін між зоною аерації та зоною насичення;

$\pm g$ – вертикальний водообмін між ґрунтовими та напірними водами;

I, Tr – випаровування і транспірація з поверхні ґрунту;

$\bar{O}$ – поверхневий відтік за межі ділянки;

$\underline{O}$ – підземний відтік за межі або в глибокозалягаючі підземні води;

D – дренажний стік.

Результати розрахунків свідчать, що водний баланс позитивний, відбувається приріст ґрунтових вод, у зв'язку з цим є небезпека підйому рівня ґрунтових вод вище критичної відмітки та виникнення процесів вторинного засолення.

4. Вивчити сольовий баланс зрошуваної ділянки

Під сольовим балансом розуміється співвідношення надходження і витрат солей (т/га) за відповідний період.

Рівняння загального сольового балансу має вигляд:

$$S^0_2 - S^0_1 = S^0_3 + S^0_4 + S^0_5 + S^0_5 + S^0_6 + S^0_7 - S^0_8 - S^0_9 - S^0_{10},$$

де S^0_1 – початковий запас солей в поверхневих водотоках, водоймах, в зоні аерації і в підземних водах до водоупору;

S^0_2 – кінцевий запас солей;

S^0_3 – солі, що надходять з атмосферними опадами;

**Таблиця 4 - Вихідні дані для вивчення сольового балансу
зрошуваної ділянки (варіант 10, [11, С.143])**

Найменування показників	Значення
Водоподача на один гектар відповідної зрошувальної норми, м ³ /га	B = 3000
Мінералізації зрошувальної води, г/л	S _{ор} = 0,45
Середньобогаторічна сума атмосферних опадів, м ³ /га	A = 3500
Мінералізація опадів, кг/м ³	S _А = 0,2
Приток поверхневих вод, м ³ /га	$\bar{P} = 0$
Мінералізація поверхневих вод, кг/м ³	S $\bar{P}$ = 0
Приток підземних вод, м ³ /га	$\underline{P} = 0$
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи	K = 0,96
Сумарні скиди за межі території	C = 0
Поверхневий стік, м ³ /га	$\bar{O} = 0$
Мінералізація поверхневих вод, г/л	S $\bar{O}$ = 0
Підземний відтік, м ³ /га	$\underline{O} = 0$
Дренажний стік, м ³ /га	D = 300
Мінералізація дренажних вод, г/л	S _д = 2,0
Кількість солей, що винесено з урожаєм с.- г. культур, кг с 1 га	S _{урож} = 750

S^o₄ – солі, що надходять зі зрошувальною водою;

S^o₅ – солі, що надходять з підземним притоком;

S^o₆ – солі, що приносяться з вітром;

S^o₇ – солі, що надходять з добривами;

S^o₈, S^o₉, S^o₁₀ - солі, що виносяться відповідно з підземним відтоком, дренажними водами і врожаєм рослин.

Результати розрахунків надаються в табличній формі.

Висновок:

Відбувається накопичення солей в зоні аерації, необхідно передбачити заходи з попередження засолення і розсолення земель.

5. Розрахунки запасів загальних і токсичних солей в ґрунті зрошуваної ділянки

Розрахунок токсичних і нетоксичних солей, який здійснюється за методикою Н.І.Базилевич та Є.І.Панкової, заснованою на зв'язку іонів в гіпотетичні солі. В першу чергу зв'язуються карбонати, потім сульфати і хлориди. Розрахунки виконуються в мг-екв/100г ґрунту [11, С.177-120].

Таблиця 5 - Вихідні дані для розрахунку запасів загальних і токсичних солей в ґрунті зрошуваної ділянки (варіант 10, [11, С.144])

Аніони, мл-екв/100 г ґрунту			Сума аніонів	Катіони, мл-екв/100 г ґрунту			Сума катіонів
HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-		Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	
0,68	0,55	0,36	1,59	0,38	0,22	0,99	1,59

Результати розрахунків зводяться в табл. 6.

Таблиця 6 - Результати розрахунків гіпотетичних солей в ґрунті зрошуваної ділянки

Одиниці вимірю- вання	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	NaHCO_3	Na_2SO_4	NaCl	% ток- сичних солей	Сума солей %
мг- екв/100г ґрунту	0,38	0,22	0,08	0,55	0,36	-	-
% на 100 г ґрунту	0,0308	0,0161	0,0067	0,0391	0,00212	0,0831	0,1139
% від суми солей	27,04	14,11	5,90	34,30	18,66	-	-

Висновок:

1	Сума солей, % 0,114	Допуст, % 0,200	Загальне засолення ґрунтів не перевищує допустимі межі.
2	% токсичних солей 0,083	Допуст, % 0,100	Токсичне засолення ґрунтів не перевищує допустимі межі.

6. Оцінка гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваної ділянки і розробка еколого-меліоративних заходів

При оцінці гідрогеолого-меліоративного стану вивчаємої зрошуваної ділянки за відповідними показниками мінералізації і типу хімічного складу ґрунтових вод, користуючись табл. 3.6. [11, с. 120], визначається критична глибина рівня ґрунтових вод для даної зрошуваної ділянки.

Порівнюючи отриману критичну глибину рівня ґрунтових вод з фактичною глибиною їх рівня на вивчаємій зрошуваній ділянці надається оцінка гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваної ділянки і проектується меліоративні заходи щодо регулювання водно-сольового режиму ґрунтів. Основні принципи оцінки гідрогеолого-меліоративного стану земель та рекомендовані еколого-меліоративні заходи наведені в табл. 3.7 [11, С. 121-122].

Таблиця 7 - Вихідні дані для оцінки гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваної ділянки і розробки еколого-меліоративних заходів

Рівень ґрунтових вод, м		Мінералізація ґрунтових вод, г/л		Тип хімічного складу ґрунтових вод	Засоленість ґрунтів, %	
весна	осінь	весна	осінь		весна	осінь
9,85	9,10	2,8	3,2	Хлоридно-сульфатний	0,11	0,12

Результати оцінки гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваної ділянки та еколого-меліоративні заходи щодо покращення еколого-меліоративного стану наведені в табл. 8.

Таблиця 8 - Результати оцінки гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваної ділянки

Критична глибина залягання ґрунтових вод, м	Глибина залягання ґрунтових вод, м	Гідрогеолого-меліоративний стан	Засоленість ґрунтів
1,6-1,8	9,85	Задовільний, РГВ значно нижче за Нкр	Менше допустимих значень

Еколого-меліоративні заходи

ЗАХОДИ
На зрошуваних землях необхідне здійснення комплексу заходів щодо скорочення приходних статей водного балансу ґрунтових вод: скиди залишків води, планове водокористування, корегування режимів зрошення з урахуванням участі ґрунтових вод у водовикористанні. При наявності процесів засолення або осолонцювання – поліпшення складу зрошувальної води та застосування кальційвміщуючих меліорантів.

7. Прогноз рівня та мінералізації ґрунтових вод зрошуваної ділянки

Таблиця 9 – Вихідні дані

Найменування показників	Значення
Вихідна мінералізація, г/л	$C_{вих.} = 2,69$
Початковий рік	$t_{поч.} = 2004$
Кінцевий рік	$t_{кін.} = 2007$
Висота підйому ґрунтових вод за період t , м	$h = 3,0$
Шар інфільтраційної води, м	$h_o = 2,8$
Сумарна зрошувальна норма, $m^3/га$	$N_{op} = 12000$
Сумарна норма опадів, $m^3/га$	$N_o = 14000$
Мінералізація зрошувальної води, $г/дм^3$	$M_{op} = 1,0$
Мінералізація опадів, г/л	$M_o = 0,1$
Середній вміст солей в ґрунтах зони аерації, %	$C_a = 0,12$
Відносна вологість ґрунтів, %	$W = 26,0$
Гігроскопічна вологість ґрунтів, %	$W_r = 3,0$
Вільна порозність ґрунтів, %	$n = 0,3$

Необхідність вивчення режиму і прогнозу рівня ґрунтових вод, а також їх мінералізації в умовах зрошення викликана тим, що положення рівня ґрунтових вод відносно поверхні землі впливає на виникнення таких негативних явищ як вторинне засолення, сприяє осолонцюванню ґрунтів і ґрунтоутворюючих порід зони аерації, а також підтопленню та заболоченню зрошуваних і прилеглих територій. Прогноз мінералізації ґрунтових вод проводиться за методикою [11, С.124].

Результати розрахунків прогнозів рівня ґрунтових вод зрошуваної ділянки наведені в табл. 10.

Таблиця 10 - Результати розрахунків прогнозів рівня ґрунтових вод зрошуваної ділянки

Найменування показників	Значення
Швидкість підйому рівня ґрунтових вод за 1 рік м/рік	$h = 0,75$
– Критична глибина залягання ґрунтових вод, м (по Баєру Р.О.)	$H_{1кр} = 1,8$
– Час підйому ґрунтових вод до критичного рівня, років	$t_1 = 12,42$
– Критична глибина залягання ґрунтових вод, м (по Ковді В.А.)	$H_{2кр} = 2,50$
– Час підйому підґрунтових вод до критичного рівня, років	$t_2 = 9,8$
– Середнє значення часу підйому ГВ до $H_{кр}$, років	11,2
Запас часу до будівництва горизонтального дренажу, років ($H_{ГВ} = 4,0$ м)	$t = 7,8$

Висновки:

1. Прогнозні розрахунки показали, що водний баланс позитивний, що обумовлює приріст рівня ґрунтових вод – $h = 0,75$ м/рік.

2. При початковому рівні ґрунтових вод – 9,85м, ґрунтові води досягнуть критичної відмітки в середньому через 11 років.

2. При досягненні ґрунтовими водами відмітки 4 м від поверхні землі, економічно доцільно проектування і будівництво горизонтального дренажу. В даному випадку необхідність в цьому виникає через 7,8 років.

Таблиця 11 - Результати прогнозу мінералізації ґрунтових вод зрошуваної ділянки

Найменування показників	Значення
Мінералізація інфільтраційного шару води, г/л	$C_o = 0,610$
Мінералізація порового розчину, витиснутого із зони аерації, г/л	$C_n = 5,769$
Шар витиснутої із зони аерації природної вологи, м	$h_n = 1,103$
Середня мінералізація шару води, м	$C = 2,691$

Висновок: середня мінералізація ґрунтових вод за період 2004-2007 роки підвищиться з 2,69 г/л до 6,00 г/л.

Контрольні питання:

1. За якими показниками проводиться оцінка впливу якості зрошувальної води на гідрогеолого - меліоративний стан зрошуваної ділянки?
2. Який метод застосовується для прогнозування розвитку водно-сольових процесів в ґрунті, ґрунтоутворюючих породах та ґрунтових водах?
3. Назвати складові рівняння водного балансу за С.Ф. Авер'яновим.
4. Охарактеризуйте основні складові рівняння сольового балансу зрошуваної ділянки.
5. Дайте визначення процесам: вторинне засолення, осолонцювання, збільшення кислотності та підлучення ґрунтів.
6. З якою метою і як проводиться розрахунок токсичних і нетоксичних солей зони аерації та методикою Н.І. Базилевич, Є.І. Панкової?
7. Як впливає зрошення на зміну гідрогеолого-меліоративних умов сухостепових ландшафтів?
8. Для чого необхідне вивчення режиму рівня ґрунтових вод в умовах зрошення?
9. Яким методом визначається прогноз мінералізації ґрунтових вод зрошуваної ділянки?
10. Охарактеризуйте фази і стадії формування сольового режиму ґрунтових вод порід зони аерації за методикою Н.І. Парфьонової.
11. Назвіть показники меліоративного режиму ґрунтів.
12. Дати визначення терміну «меліоративний режим».
13. За рахунок чого може зростати мінералізація ґрунтових вод при їх підйомі?
14. Які землі вважаються підтопленими?

7. МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ҐРУНТОВО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ І МЕЛІОРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ

7.1 Моделювання водозберігаючих режимів зрошення

Основні типи режимів зрошення та умови їх застосування.

Режими зрошення повинні забезпечувати стабільні, науково обґрунтовані рівні продуктивності землеробства, сприяти підтриманню збалансованості процесів в агросистемах, збереженню та відтворенню родючості ґрунтів. Для виробництва рекомендуються або використовуються такі типи поливних режимів.

Біологічно оптимальні – це такі режими зрошення сільськогосподарських культур, які забезпечують підтримання в верхньому шарі ґрунту умов, необхідних для біологічно оптимального розвитку рослин у всі фази вегетації. Основою таких режимів є дотримання параметрів: вологість ґрунту повинна бути в межах $\theta_{кр} \leq \theta \leq \theta_{max}$, де θ_{max} – максимальна вологість (100% НВ), $\theta_{кр}$ – критична вологість ґрунту, яка припускається рівною вологості розриву капілярів; розрахунковий шар $h = 1$ м.

Оптимальний екологічно безпечний режим зрошення – застосовується при достатньому рівні ресурсозабезпечення, задовільному ґрунтово-екологічному стані з урахуванням закономірностей волого переносу в зоні аерації та особливостей водоспоживання рослин. Як і біологічно-оптимальні, такі режими забезпечують отримання максимальних прибавок врожаїв сільськогосподарських культур за рахунок підтримання їх водоспоживання на потенційно можливому для конкретних умов рівні на протязі всього періоду вегетації. Це досягається тим, що розрахунковий шар ґрунту поступово збільшуючись на протязі вегетації практично збігається з активним шаром, тобто шаром, який містить основну масу коренів. При цьому, в порівнянні з біологічно оптимальними режимами, зменшуються втрати води на інфільтрацію. Останнє досягається шляхом проведення поливів меншими поливними нормами, особливо в початковій фазі розвитку рослин.

Водозберігаючий режим зрошення застосовується за дефіциту енергетичних та фінансових ресурсів, при необхідності ведення економічно ефективного зрошення за критерієм додаткового чистого прибутку. Застосування цього режиму, на відміну від оптимального екологічно безпечного режиму зрошення, дозволяє підтримувати оптимальне водоспоживання сільськогосподарських культур, а відповідно і сприятливі для їх розвитку та формування врожаю умови тільки в критичні, більш чутливі до дефіциту вологи, фази їх розвитку і передбачає зниження вологості кореневмісного шару ґрунту нижче критичного для даної сільськогосподарської культури рівня на протязі решти періоду вегетації. При цьому розрахунковий шар ґрунту рівний

$h=0,5-0,7$ м, для деяких овочевих культур $0,3-0,5$ м, тобто менший ніж в біологічно оптимальних режимах зрошення.

Застосування водозберігаючих режимів зрошення неодмінно пов'язане з певними втратами врожаю сільськогосподарських культур, але ці втрати при строгому дотриманні рекомендацій по їх застосуванню, з економічної точки зору є доцільними в порівнянні з витратами на подачу додаткових об'ємів поливної води для досягнення максимальних врожаїв. Як показують досліді Інституту землеробства Південного регіону економія води складає 15-30% при незначній втраті врожаю 3-7 %.

Ґрунтозахисні режими зрошення застосовуються, без прив'язки до наявних водних та енергетичних ресурсів при незадовільному ґрунтово-екологічному стані зрошуваних земель, при застосуванні для зрошення поливної води погіршеної якості, коли спостерігається погіршення показників родючості ґрунтів.

Основні параметри водозберігаючих режимів зрошення. Задача формування параметрів ресурсозберігаючих режимів зрошення відноситься до числа головних заходів, здійснення яких забезпечує можливість отримання максимальних прибоавок врожаїв Критичні від зрошення при наявному рівні забезпечення водними, енергетичними та іншими видами матеріально-технічних ресурсів.

Визначення параметрів режимів зрошення повинно виходити з виконання таких вимог:

- недопущення або мінімізація втрат поливної води на інфільтраційні скиди за межі кореневмісного шару; виключення негативного впливу зрошення на еколого-меліоративний стан зрошуваних земель;
- мінімізація втрат врожаїв сільськогосподарських культур при заданих обмежених ресурсах;
- максимально продуктивне використання наявних ресурсів (води, добрив, електроенергії, пестицидів, тощо).
- Формування вегетаційних поливів повинно базуватись на таких принципах:
- зменшення поливних норм до $200-400 \text{ м}^3/\text{га}$ в залежності від розвитку кореневої системи, ґрунтово-екологічних умов;
- зменшення величини розрахункового шару з врахуванням біологічних особливостей рослин;
- зниження передполивного порогу вологості ґрунту на 10-15% НВ в окремі некритичні фази розвитку рослин;
- більш ефективне використання опадів вегетаційного періоду та вологи з більш глибоких шарів ґрунту.

Особливості водозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур. Подамо загальні положення по формуванню експлуатаційних ресурсозберігаючих режимів зрошення найбільш поширених на зрошуваних землях сільськогосподарських

культур в даній зоні. Особливістю таких режимів для півдня України є вибір їх параметрів на два рівні: для умов глибокого ($>3\text{м}$) залягання ґрунтових вод (РГВ) і для умов близького їх залягання ($3\text{--}1,5\text{ м}$). При близькому заляганні ґрунтових вод суттєво знижуються поливні норми, в деяких випадках зменшується число поливів за рахунок підживлення ґрунтовими водами.

Озима пшениця. Основою режиму зрошення озимої пшениці є вологозарядковий (нормою $400\text{--}600\text{ м}^3/\text{га}$), або передпосівний (нормою $300\text{--}350\text{ м}^3/\text{га}$) полив, який забезпечує накопичення вологи в ґрунті і створює сприятливі умови для одержання своєчасних та дружних сходів, нормального осіннього розвитку рослин та підвищення їх зимостійкості, що є основою одержання високого врожаю.

В роки з посушливою погодою спостерігається підсихання верхнього шару ґрунту в один з найбільш відповідальних періодів розвитку озимої пшениці – кущіння. Нестача вологи стримує створення бокових пробігів, погіршує процеси накопичення сахарів та закалки рослин. В таких умовах необхідно провести осінній полив нормою $250\text{--}300\text{ м}^3/\text{га}$.

Критичний період - вихід рослин в трубку - налив зерна для розглядуваної степової зони України в більшості років припадає на період з 25 квітня по 8 червня.

В цей період поливами необхідно забезпечити оптимальну вологість ґрунту в шарі до $0,5\text{ м}$. В гостро засушливі роки для цих цілей необхідно до 3 вегетаційних поливів, в середні та середньо сухі роки 1-2 поливи, в вологі роки - 1 полив.

Веgetаційні поливи при глибокому заляганні ґрунтових вод слід проводити нормою до $400\text{ м}^3/\text{га}$, при близькому - до $300\text{ м}^3/\text{га}$.

В фазу наливу зерна, щоб не допустити полягання рослин, поливна норма становить до $300\text{ м}^3/\text{га}$.

Закінчуються поливи з початком молочної стиглості зерна.

Озимий ячмінь. Режим зрошення озимого ячменю подібний до озимої пшениці, однак в зв'язку з більш коротким періодом весняно-літньої вегетації проводиться, як правило, на один полив менше. До колосіння поливні норми $300\text{--}400\text{ м}^3/\text{га}$, в подальшому не більше $300\text{ м}^3/\text{га}$. При близькому заляганні ґрунтових вод в усіх випадках поливні норми становлять до $200\text{--}300\text{ м}^3/\text{га}$. Культура суттєво реагує на вологозарядку і її проведення в посушливі періоди - одна з важливих особливостей ресурсозберігаючого режиму зрошення.

Ярова пшениця. Критичні періоди в ярової пшениці такі ж як і в озимої (вихід рослин в трубку - налив зерна). Режим зрошення ярової пшениці через різницю в строках проходження основних фаз відрізняється від озимої і потребує більшої кількості поливної води. Поливні норми при близькому заляганні ґрунтових вод менші, ніж при глибокому, на $100\text{--}150\text{ м}^3/\text{га}$.

Додатково під час кущіння рослин, при пересиханні верхнього $6\text{--}10\text{ см}$ шару ґрунту, доцільно провести полив нормою $200\text{--}250\text{ м}^3/\text{га}$.

Ярий ячмінь. Вологозарядковий полив під ярий ячмінь не проводиться. Потреба у першому вегетаційному поливі здебільшого виникає при виході рослин в трубку. Однак, в окремі роки під час кушіння рослин ячменю спостерігається пересихання верхнього 5-10 см шару ґрунту і тоді виникає потреба у більш ранньому поливі нормою 200-250 м³/га. Без цього кушіння проходить слабо і не утворюється вторинна коренева система, що може стати основною причиною низьких врожаїв ячменю.

Кукурудза. При водозберігаючих режимах зрошення осінній вологозарядковий полив не передбачається. Однак, при незначній кількості опадів (80-100 мм) за осінній, зимовий та ранньовесняний періоди доцільно провести передпосівний полив нормою 300-350 м³/га.

На посівах зернової кукурудзи до утворення 12-13 листків у середньоранніх та середньостиглих гібридів і до 14-15 листків у середньопізніх та пізньостиглих гібридів поливи слід проводити при вологості 0,5 м шару ґрунту на 10-15 % НВ нижче оптимальної межі для конкретного типу ґрунту. При цьому до критичного періоду в залежності від погодних умов потрібно 1-2 поливи поливною нормою не більше 300 м³/га. У критичний період розвитку рослин (за 10 днів до викидання волоті - через 20 днів після закінчення цвітіння від фази 12-15 листків до молочної стиглості зерна) поливи призначаються тільки при оптимальній вологості ґрунту. Кількість таких поливів коливається від одного - двох в вологі роки до п'яти-шести - в сухі роки, нормою 400 м³/га. Після критичного періоду, при зниженні перед поливною вологості в шарі 0,5 м на 10-15% доцільно провести полив нормою 300 м³/га.

При близькому заляганні ґрунтових вод поливні норми становлять: до критичного періоду 200 м³/га; в критичний період і до закінчення поливів - до 300 м³/га.

При вирощуванні кукурудзи на силос можна застосовувати такий же режим зрошення, але перший полив розпочинати на 5-6 днів раніше і поливи закінчувати за 4-5 днів до настання молочної стиглості.

Кормові та цукрові буряки. Вегетаційні поливи до початку критичного періоду розвитку рослин (перша декада липня) і після нього (після другої декади серпня) слід призначати поливною нормою 300 м³/га при вологості 0,5 шару ґрунту на 10-15% нижче оптимальної нижньої межі перед поливною вологості ґрунту. Під час інтенсивного накопичення маси коренеплодів (критичний період) поливи призначаються при оптимальній вологості ґрунту нормою 400 м³/га. Кормові та цукрові буряки можуть переносити короткострокову до 3-5 днів засуху навіть в критичні періоди.

При близькому заляганні ґрунтових вод екологічно безпечні поливні норми становлять: до критичного періоду 200-250 м³/га; в критичний період і до закінчення поливів - 250-300 м³/га. Закінчувати поливи потрібно наприкінці серпня - на початку вересня.

Люцерна. При весняних строках посіву люцерну висівають, як

правило, під покрив зернових або кормових культур.

Серед кормових культур найбільше розповсюдження, як покривна культура, набула кукурудза на зелений корм. Основною покривною зерною культурою люцерни є ярий ячмінь на зерно, режим якого наведено вище. Якщо люцерна висівається під покрив кормових або зернових культур, то режим зрошення покривної культури повинен здійснюватись у відповідності з її біологією. Після її збирання водозберігаючим режимом зрошення передбачається швидке проведення поливу на відростання люцерни нормою $300 \text{ м}^3/\text{га}$, а в сухі роки і другого поливу до чергового укосу (бутонізації рослин) такою ж поливною нормою.

При сівбі люцерни влітку слід планувати проведення передпосівного поливу нормою $300 \text{ м}^3/\text{га}$ та одного вегетаційного поливу нормою $350\text{-}400 \text{ м}^3/\text{га}$ при утворенні у рослин 3-4-х трійчатих листків. При близькому заляганні ґрунтових вод поливна норма становить $200\text{-}250 \text{ м}^3/\text{га}$.

На площах люцерни другого і третього років поливи проводяться при оптимальній вологості 0,7 м шару ґрунту. За 7-10 днів до укосу поливи не проводяться. В умовах нестачі поливної води, електроенергії, пального під другий та наступні укоси слід забезпечити такий режим зрошення: один полив на відростання рослин відразу після збирання врожаю нормою $500\text{-}600 \text{ м}^3/\text{га}$ (при умові, що на полі виконано глибоке щільювання ґрунту), або два поливи під укіс нормою $300\text{-}350 \text{ м}^3/\text{га}$ - перший на відростання і другий на початку бутонізації.

При близькому заляганні ґрунтових вод поливна норма становить не більше $300 \text{ м}^3/\text{га}$. Проводяться послідовно один або два поливи під укіс (в міру необхідності). Слід відзначити, що при застосуванні водозберігаючого режиму зрошення люцерни особливу увагу необхідно приділяти своєчасному збиранню чергового укосу. Воно повинно проводитись у стислі строки і відразу ж необхідно провести полив на відростання рослин. Невиконання цих умов приводить до значного зниження врожайності.

Соя. В умовах гостро засушливого року на площах під сою осінній вологозарядковий полив неефективний, але при посушливій погоді весною слід планувати передпосівний полив нормою $200\text{-}250 \text{ м}^3/\text{га}$, що дозволить розпочати вегетаційні поливи наприкінці бутонізації - початку цвітіння. Найбільшу віддачу зрошення дає під час критичного періоду, коли при кожному поливі нормою $400 \text{ м}^3/\text{га}$ одержується додатково 3-4 ц/га зерна. Поливи після критичного періоду малоефективні і кожен з них збільшує врожайність тільки на 0,3-0,5 ц, при дуже посушливій погоді - на 0,6-1 ц/га. При близькому заляганні ґрунтових вод можливий один полив нормою $200\text{-}250 \text{ м}^3/\text{га}$ до критичного періоду, в критичний період поливи проводяться нормою $250\text{-}300 \text{ м}^3/\text{га}$.

Картопля та овочеві культури. Поливний режим картоплі повинен забезпечувати оптимальну вологість в шарі 0,3-0,5 м в критичний період (за 5-10 днів до цвітіння - наростання бульб).

Помідори найбільш жаростійкі овочеві культури, проте мають критичні фази, в які стають гостро чутливими до зниження вологості ґрунту нижче критичного рівня. Виходячи з біологічних потреб культури можна умовно розділити період вегетації томатів на три періоди: перший - висадка розсади–цвітіння, другий – цвітіння – зав'язування плодів, третій – дозрівання - збір плодів.

До початку плодоутворення на розсадних помідорах вегетаційні поливи, як правило, не проводяться, а на посівних при посушливій погоді потрібні 1-2 поливи нормою 200-300 м³/га. В критичні фази слід поливати (від початку плодоутворення до початку дозрівання плодів) при оптимальній вологості ґрунту в шарі 0,5 м нормою 300 м³/га. В період масового досягання плодів інтенсивність поливів необхідно зменшити і проводити їх при вологості ґрунту на 5-10 % нижче оптимальної. При близькому заляганні ґрунтових вод проводиться на 1-2 поливи менше при тих же поливних нормах.

Цибуля ріпчаста – одна з вологолюбних культур, тому при зрошенні відрізняється високою продуктивністю. У перший період вегетації (від масових сходів до початку утворення цибулини) необхідно підтримувати в розрахунковому шарі ґрунту 0,3 м передполивну вологість ґрунту - 80% НВ, а у другий період (початок утворення цибулини – масове досягання) в розрахунковому шарі ґрунту 0,5 м – 90% НВ. Для цього необхідно у перший період проводити в посушливі та середньопосушливі роки в середньому два поливи з розрахунку по 200 м³/га, а у другий – 6-8 поливів по 250-300 м³/га. При такому водоспоживанні сумарна водопотреба складає 2500-2800 м³/га.

Огірки мають такі періоди вегетації: перший - від сходів до початку масової появи жіночих квіток та другий - від початку масової появи жіночих квіток до кінця плодоношення. Водопотреба огірків при водозберігаючих режимах зрошення по періодах розвитку неоднакова. Найбільші витрати вологи в умовах оптимального зволоження спостерігається у другий період. Зниження передполивної вологості ґрунту у перший період до 60-70% призводить до зменшення врожаю на 11-49%, а зниження вологості ґрунту у другий період до зазначеної межі зменшує врожай на 25-98% у порівнянні з варіантом високої забезпеченості рослин. Необхідно проводити у перший період 2-3 поливи нормою 200-250 м³/га, а у другий період 3-5 поливів нормою 250-300 м³/га. Передпосівні поливи найбільш ефективні в умовах посушливої весни, які роблять за 3-6 днів до посіву огірків. Освіжаючі поливи назначають з настанням засушливого періоду з відносною вологістю повітря 50% і нижче. Зрошувальна норма в сухі та середньосухі роки становить 2100-2300 м³/га.

Перець солодкий та баклажани. Вегетаційні поливи призначають у перший та третій (некритичні) періоди вегетації (від посіву до цвітіння та від плодоношення до збирання) поливною нормою 250-300 м³/га для підтримки вологості 0,5 м шару ґрунту на рівні на 10% нижчому від

оптимального; у другий (критичний) період вегетації (від цвітіння до початку плодоношення) поливи призначають поливною нормою 300 м³/га при оптимальній вологості ґрунту. При цьому зрошувальна норма в сухі і середньосухі роки становить 2500-3200 м³/га.

Капуста – одна з найбільш вологолюбних овочевих культур. Урожай її в умовах зрошення досягає 600-800 ц/га. На протязі всього вегетаційного періоду пізньої капусти витрати вологи проходять нерівномірно. Найбільше середньодобове водоспоживання спостерігається у період зав'язування качана - до початку дозрівання, який в умовах півдня України приходить на кінець липня, серпень та початок вересня. Мінімальна водопотреба спостерігається у період початку дозрівання - масове дозрівання. Найбільш ефективні умови для росту та розвитку рослин капусти складаються при зниженні передполивної вологості ґрунту на протязі вегетації не нижче 70-80% НВ. Щоб краще прижилася розсада після її висадки необхідно провести 1-2 поливи нормою 200-250 м³/га. Найбільші втрати врожаю від нестачі вологи спостерігаються від початку зав'язування голівки до початку дозрівання качана. Тому в перший період необхідно провести 1-2 поливи нормою 300-350 м³/га, а в період зав'язування, розвитку та дозрівання качана необхідно проводити поливи при оптимальній вологості 0,5 м шару ґрунту поливною нормою 250-300 м³/га. Зрошувальна норма в сухі та середньосухі роки становить 2400-2800 м³/га.

Післяукісні та післяжнивні культури. Післяукісні, та післяжнивні культури доцільно висівати стерньовими сівалками відразу ж після збирання попередника і застосовувати в сході - викликаючи поливи нормою 300-400 м³/га. В подальшому режим зрошення будується залежно від строків сівби, виду культури, погодних умов тощо.

Але при цьому слід враховувати, що молоді рослини при високих температурах та низькій вологості повітря пригнічуються і тому поливи слід проводити частіше, але невеликими поливними нормами (250-300 м³/га), які дають змогу зволожувати 25-30 см шар ґрунту і підтримувати необхідну вологість повітря. Це правило розповсюджується як на післяукісні, так і післяжнивні культури. При відростанні рослин між поливні періоди та поливні норми необхідно збільшувати і будувати режим зрошення відповідно до біології культури, її сортових ознак та показників вологості ґрунту.

Критичні фази розвитку рослин. Для означення параметрів водозберігаючих режимів зрошення важливу роль має поняття критичні періоди розвитку сільськогосподарських культур (рис. 7.1). Це такі періоди розвитку сільськогосподарських культур, в яких зниження вологості ґрунту суттєво впливає на зниження врожаю. В критичні фази розвитку рослин слід забезпечувати полив при оптимальних значеннях передполивних порогів вологості (за В.А. Писаренко).

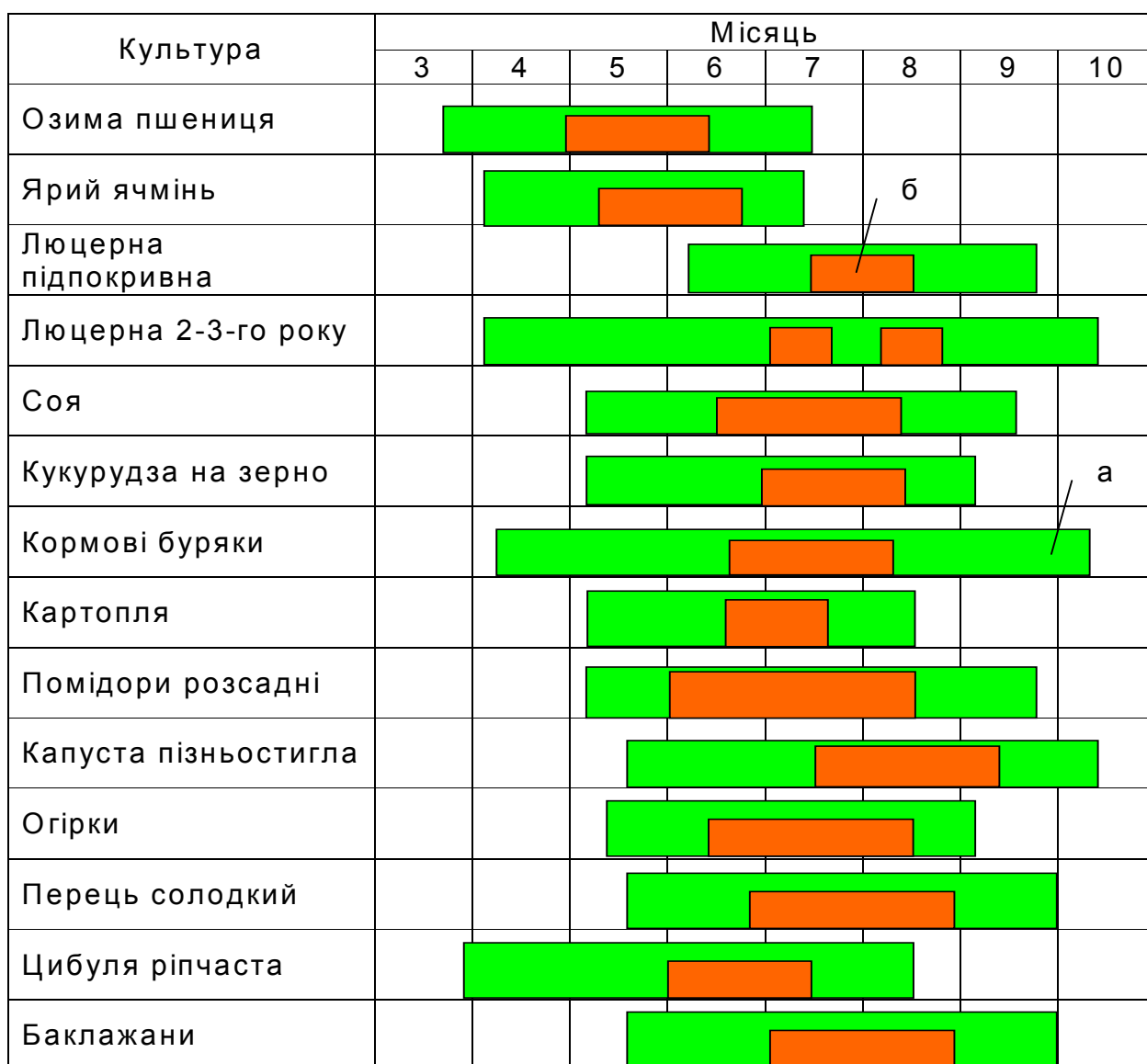


Рис. 7.1. Некритичні (а) та критичні (б) періоди розвитку сільськогосподарських культур по фазах їх розвитку

Критичні періоди розвитку рослин:

Озима пшениця:	-трубкування – колосіння – цвітіння – налив зерна
Яровий ячмінь:	-трубкування – налив зерна
Люцерна підпокровна:	-відростання
Люцерна 2-го року:	-відростання
Соя:	-початок цвітіння – налив бобів
Кукурудза на зерно:	-15 листків–формування зерна
Кормові буряки:	-посилений ріст гички та коренеплодів
Картопля:	-цвітіння – пожовтіння гички
Помідори розсадні	-цвітіння – зав'язування плодів
Капуста пізньостигла:	-зав'язування голівки – початок дозрівання качана
Огірки:	-початок масової появи жіночих квітів – плодоношення
Перець солодкий:	-цвітіння – плодоношення
Цибуля ріпчаста:	-початок утворення цибулини – формування цибулини
Баклажани:	-цвітіння – плодоношення

Формування нормативних параметрів. Нормативні параметри ресурсозберігаючих режимів зрошення (табл. 7.1) забезпечують при їх реалізації економію в різні роки 15-30% водних (відповідно енергетичних) ресурсів при можливій втраті врожаю 3-7%. При цьому повністю або частково виключається можливість інфільтрації частини поливної води за межі розрахункового, а особливо кореневмісного шару ґрунту, підняття рівня ґрунтових вод.

У всіх випадках, незалежно від застосування того чи іншого виду режиму зрошення, їх параметри для кожної сільськогосподарської культури повинні оперативно визначатись в залежності від фази розвитку рослин та від погодних умов даного року. Враховується також фактичний рівень ресурсозабезпеченості, нормативні параметри є вихідними даними для здійснення оперативного управління поливами в кожному господарстві та планування водоподачі і управління водорозподілом на міжгосподарському рівні згідно з оперативними лімітами води та електроенергії.

Передполивні пороги вологості ґрунту. Слід підкреслити, що в критичні періоди вологість розрахункового шару ґрунту не повинна знижуватися за межі оптимальних показників, які становлять: на важкосуглинистих ґрунтах 75-80%НВ, середньосуглинкових 65-70%НВ і на легкосуглинкових - 60-65%НВ. В проміжках вегетації до і після критичного періоду можливе зниження передполивної вологості ґрунту на 10-20%НВ, що не призводить до суттєвого зниження врожаю, але дає можливість скоротити зрошувальну норму.

Глибина зволоження ґрунту. Для біологічно оптимальних режимів зрошення глибина зволоження $h=1$ м. Важливу роль в водозберігаючих режимах зрошення відіграє глибина зволоження ґрунту, яка обумовлена характером розповсюдження основної маси кореневої системи рослин, фізичними властивостями ґрунту, рівнем залягання ґрунтових вод. На потужних ґрунтах з глибоким заляганням ґрунтових вод глибина розрахункового шару становить: для багаторічних трав, буряків, кукурудзи, сорго - 0,5-0,7 м; для озимих та ярих колосових культур, сої, картоплі, овочів, злакових трав, злаково-бобових сумішок - 0,3-0,5 м.

Поливні та зрошувальні норми. *Поливна норма* - це кількість води, яка подається за один полив для забезпечення рослин на протязі певного відрізка часу при вегетаційних поливах або для накопичення її в розрахунковому шарі при вологозарядкових поливах.

Величина поливної норми залежить від виду поливів, біологічних особливостей культур, розвитку кореневої системи, фізичних властивостей ґрунтів, способу зрошення та інших факторів. Фактична екологічно безпечна поливна норма завжди менша або дорівнює розрахунковій, яку визначають по формулі:

$$m \leq D_n, \quad (7.1)$$

де m - поливна норма, $\text{м}^3/\text{га}$.

Таблиця 7.1 - Параметри ресурсозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур для важкосуглинистих та середньосуглинистих ґрунтів.

Культура	Середні фази розвитку	Середні дати	Глибина розрахунку шару, м	Важкий ґрунт		Середні ґрунти		Поливна норма, м³/га	Зауваження
				Вологість, %НВ	Дефіцит, м³/га	Вологість, %НВ	Дефіцит, м³/га		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Озима пшениця	Початок вегетації-вихід в трубку								
	Трубкування - колосіння	23.03-20.04	0,5	70	500	65	535	250-300	Стимулюючий - (при потребі) Поливи закінчити до 15.06
	Колосіння - цвітіння	21.04-23.05	0,5	70	500	65	535	300-400	
	Цвітіння - налив зерна	24.05-28.05	0,5	80	330	75	385	300-350	
	Молочно-воскова стиглість	29.05-8.06	0,5	80	330	70	460	до 300	
		9.06-30.06	0,5	70	500	65	535	б\п	
Яровий ячмінь	Сходи-вихід в трубку	12.04-10.05	0,5	70	500	70	460	200-250	Передпосівний
	Трубкування-колосіння	11.05-4.06	0,5	80	330	75	385	300-350	
	Колосіння-налив зерна	5.06-18.06	0,5	75	415	70	460	300-350	
	Молочно-воскова стиглість	19.06-1.07	0,5	65	585	65	535	200	
Люцерна підпокровна	I укіс								
	а) відростання	15.07-3-.07	0,5	80	330	75	385	300	
	б) накопичення біомаси	1.08-25.08	0,5	80	330	75	385	300	
	II укіс	26.08-30.09	0,5	80	330	75	385	300	
Люцерна другого і третього року	I укіс				460		640		Передпосівний або 2 поливи по 250-300 при відсутності щілювання При гострій засусі
	II укіс а) відростання	20.03-25.05	0,7			70		500	
	б) накопичення біомаси	26.05-5.06	0,7	80		п/у		500-600	
	III укіс а) відростання	6.06-5.07	0,7	п/у		п/у		500-600	
	б) накопичення біомаси	6.07-15.07	0,7	п/у		п/у		500	
	IV укіс	16.07-20.08	0,7	п/у		п/у		500	
		21.08-30.09	0,7	п/у		п/у		300	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Соя	Сходи-до початку цвітіння Від початку цвітіння до наливу бобів Налив бобів-дозрівання	15.05-23.06 24.06-15.08 16.08-18.09	0,5 0,5 0,5	70 80 70	460 310 460	65 70 65	535 460 535	300-400 300-400 300-350	
Кукурудза на зерно	— Сходи – 15-й лист 15-й лист-формування зерна Формування зерна-молочно- воскова стиглість	— 9.05-30.06 1.07-10.08 6.08-5.09	— 0,5 0,5 0,5	— 65 80 70	— 585 330 500	— 65 75 65	— 535 385 535	300 300 300-350 300	Передпосівний 1-4 поливи залежно від погодних умов При потребі
Кормові буряки	— Сходи-початок посиленого росту Посилений ріст ботви та коренів Відмирання ботви	— 5.05-20.06 16.06-10.08 11.08-10.10	— 0,5 0,5 0,5	— 70 80 65	— 500 330 585	— 60 70 60	— 610 460 610	300 300 300-350 300	Передпосівний Поливи закінчити за 20-25 діб до збору врожаю При гострій засусі
Помідори розсадні	Висадка розсади - цвітіння Цвітіння - зав'язування плодів Дозрівання - збір плодів	20.05-5.06 6.06-20.07 21.07-29.09	0,5 0,5 0,5	80 80 70	330 330 500	75 75 70	395 395 460	300-400 300-400 250	
Цибуля ріпчаста	Сходи - початок утворення цибулин Початок утворення цибулин - масове досягання	10.04-7.06 8.06-22.,08	0,3 0,5	80 90	102 198	80 85	310 310	200 250-300	Закінчити поливи за 30 діб до збору врожаю.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Огірки	Сходи - початок масової появи жіночих квіток Початок масової появи жіночих квіток - кінець плодоношення	19.05-1.07 2.07-8.09	0,5 0,5	80 80	330 330	70 70	460 460	200-250 250-300	Передпосівний полив за 3-6 днів до посіву, освіжаючи поливи у період плодоношення.
Картопля	Сходи - початок цвітіння Цвітіння - призупинення росту гички Призупинення росту-початок в'янення гички	10.05-15.06 16.06-20.07 11.07-10.08	0,5 0,5 0,5	70 80 65	500 330 585	60 75 60	610 385 610	300 300 б/п	При гострій засусі
Капуста пізньостигла	Масові сходи – зав'язування голівки Зав'язування голівки – початок дозрівання Початок дозрівання – масове дозрівання	26.05-27.07 28.07-16.09 17.09-26.10	0,5 0,5 0,5	80 80 70	330 330 500	75 75 70	395 395 460	300-400 300-400 250	Закінчити поливи за 25-30 діб до збору врожаю.
Баклажани	Висадка розсади – цвітіння Цвітіння – перший збір Перший збір – останній збір	28.05-7.07 8.07-29.07 30.07-5.10	0,5 0,5 0,5	70 85 70	500 275 500	70 80 70	500 330 500	250-300 300 250-300	
Перець солодкий	Висадка розсади – цвітіння Цвітіння – перший збір Перший збір – останній збір	29.05-5.07 6.07-31.07 1.08-5.10	0,5 0,5 0,5	70 75 70	500 415 500	70 70 70	500 500 500	250-300 300 250-300	

При розвиненій кореневій системі, що повністю охоплює розрахунковий шар, або виходить за його межі, фактична поливна норма m_{ϕ} може прийматись меншою або рівною розрахунковій для даного шару нормі m . Як показали дослідження, це не викликає інфільтрації за розрахунковий шар ґрунту.

На початку вегетації культур, коли ще коренева система є недостатньо розвинутою, поливну норму приймають $m_{\phi} < m$, тобто дещо меншою, ніж розраховану по формулі. Це не викликає практично істотної інфільтрації за розрахунковий шар ґрунту, особливо при випаданні опадів, що дозволяє вважати такі поливні норми ресурсозберігаючими і екологічно безпечними.

При близькому заляганні ґрунтових вод $h_e < 3\text{м}$, що створює умови часткового поступлення ґрунтової води в зону живлення рослин, відповідного зменшення сумарного випаровування за рахунок підживлення кореневої системи ґрунтовими водами.

Вологозарядкові поливи. Основним завданням вологозарядкових поливів є накопичення вологи в глибоких шарах ґрунту для використання її під час вегетації сільськогосподарських культур. При водозберігаючих режимах зрошення норму вологозарядкового поливу для озимих культур рекомендується визначити із розрахунку зволоження 0,5-0,6 м, для чого вимагається поливна норма 300-400 м³/га, вологозарядкові поливи під ярові культури не проводяться. Однак в роки з посушливою осінню і зимою, коли за період жовтень-березень випадає 100-110 мм опадів, під пізні ярові культури необхідно планувати весняні передпосівні поливи, що забезпечують зволоження в шарі ґрунту 0,4 м до найменшої вологоємкості.

Вологозарядкові поливи не проводяться під посіви кукурудзи на зерно та силос, сої, соняшника, а також під всі культури на площах з близьким заляганням ґрунтових вод (1,2-2,0 м) і на малопотужних ґрунтах.

Передпосівні поливи проводяться для накопичення достатньої кількості вологи в верхніх шарах ґрунту, щоб одержати дружні сходи і забезпечити нормальний розвиток рослин на ранніх стадіях. При пересиханні верхнього шару ґрунту передпосівні поливи проводяться восени під озимі (нормою 350 м³/га), та навесні під сою, кукурудзу і ярі зернові культури. На поукісних та пожнивних культурах застосовують сходовикликаючі поливи.

Моделювання сумарного випаровування. Біологічною основою режиму зрошення являється сумарне випаровування, тобто кількість ґрунтової вологи, що витрачається культурою на транспірацію рослин і випаровування з ґрунту. Сумарне випаровування (евапотранспірація) різних культур коливається в цих межах і обумовлене видовими і сортовими особливостями, погодними умовами і протяжністю (тривалістю) вегетаційного періоду, кліматичними умовами зони вирощування культур, рівнем агротехніки та водозабезпеченості рослин.

Водоспоживання (сумарне випаровування, евапотранспірація) – кількість води, що вимагається для культури або сівозміни за визначений період часу і забезпечує розвиток рослин в польових умовах.

В степовій зоні України сумарне випаровування сільськогосподарських культур досить часто визначається на основі відомого біофізичного методу Штойко, що пройшов апробацію і був розроблений для умов формування біологічно оптимальних режимів зрошення. Це умови, коли вологість ґрунту знаходиться в межах між критичною вологістю і найменшою вологоємністю ґрунту, а величина розрахункового шару рівна 1 м.

В подальшому сумарне випаровування на півдні України розраховується по апробованому в даній зоні біофізичному методу А.Д.Штойко. Біофізичний метод базується на тому, що при оптимальній вологості ґрунту процес випаровування практично не регулюється рослиною і ґрунтом, оскільки приплив вологи до транспіруючої рослини або до випаровуючої поверхні не обмежений. В цих умовах сумарне випаровування визначається, головним чином, зовнішніми кліматичними факторами випаровування (вологість повітря, температура). На основі викладених положень при оптимальних умовах водоспоживання сумарне випаровування від посіву до повного затінення поверхні рослинами і в період дозрівання (пожовтіння листя) за певний період (добу, п'ятиденку, декаду і т.д.) визначається за формулою:

$$E_1 = \sum_{i=1}^n t_c^i (0,1t_c^i - \frac{a}{100}), \quad (7.2)$$

а в інші періоди, при повному затіненні рослин і з більш інтенсивним випаровуванням згідно формули:

$$E_2 = \sum_{i=1}^n t_c^i (0,1t_c^i + 1 - \frac{a}{100}), \quad (7.3)$$

де $\sum_{i=1}^n t_c^i$ - сума середньодобових температур повітря за n діб, С;

t_c^i - середньодобова температура повітря, С;

a - середньодобова відносна вологість повітря, %.

У випадку, коли величина розрахункового шару h менша 1 м, а величина кореневмісного шару h_k більша розрахункового шару h ($h_k > h$) вводиться редукційний коефіцієнт K на величину зменшення сумарного випаровування, який визначається за формулою:

$$K = \begin{cases} \frac{h}{h_k}, & \text{якщо } h < h_k \leq 1; \\ 1, & \text{якщо } h_k < h \leq 1. \end{cases} \quad (7.4)$$

Якщо вся коренева система в дану фазу розвитку рослин знаходиться в розрахунковому шарі, зменшення сумарного випаровування не відбувається, тобто $K = 1$.

Розрахунок дефіциту вологозапасів. Дефіцит вологозапасів в розрахунковому шару ґрунту являє собою різницю між запасами загальної вологи при найменшій вологості та її фактичною наявністю.

Перед початком розрахунків початковий дефіцит вологозапасів (D_{Π}) визначається шляхом безпосереднього вимірювання початкової (стартової) вологості розрахункового шару ґрунту.

При проведенні розрахунків, дефіцит вологозапасів на кінець розрахункового періоду (D_K) для біологічно оптимального режиму зрошення визначається підрахунком водного балансу у прийнятому шарі ґрунту за формулою:

$$D_K = D_{\Pi} + (E_p - P) - m, \quad \text{мм} \quad (7.5)$$

де E_p – сумарне випаровування в розрахунковому шарі, мм;

P – опади, мм;

$E_p - P$ – витрата вологи у розрахунковому шарі, мм;

m – поливна норма, якщо в розрахунковий період заплановано полив, мм.

Розрахунок дефіциту вологозапасів для водозберігаючого режиму зрошення знаходиться за формулою:

$$D_K = D_{\Pi} + (K_r K E_p - P) - m, \quad \text{мм} \quad (7.6)$$

де $K_r K E_p$ – нестача природного зволоження, мм;

K_r – коефіцієнт підживлення ґрунтовими водами;

K – редукційний коефіцієнт.

При значних опадах сума $D_{\Pi} + (K_r K E_p - P)$ дає число від'ємне, яке показує кількість опадів, що інфільтрувались за межі розрахункового шару. В таких випадках кінцевий дефіцит D_K приймається рівним нулю.

7.1.1. Побудова взаємозв'язків між вологістю ґрунту та дефіцитом вологозапасів

Мета роботи. Навчитись будувати графіків взаємозв'язків між вологістю ґрунту та дефіцитом вологозапасів для визначення норм поливу.

Завдання. Для визначення норм поливу сільськогосподарських культур побудувати графіки:

- залежність вологості ґрунту від дефіциту вологозапасів;
- залежність вологості ґрунту від продуктивної вологи.

Для відповідного розрахункового шару ґрунту при заданому загальному запасі вологи (%ПВ) у ґрунті визначити продуктивну вологість ґрунту та дефіцит запасів вологи (в $\text{м}^3/\text{га}$). На основі визначеного дефіциту запасів вологи встановити значення поливної норми.

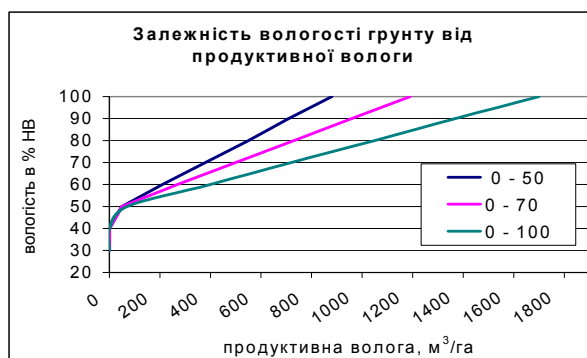
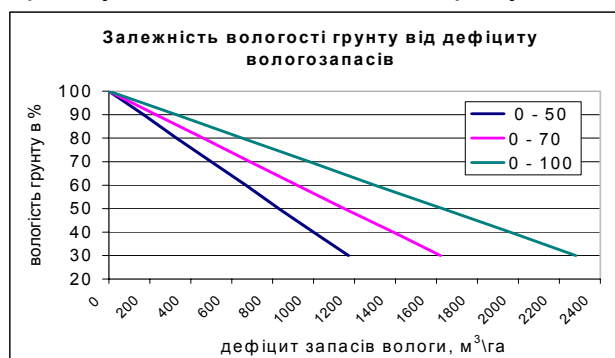
Хід роботи. Для кожного варіанту заповнити таблиці оптимальних вологозапасів для задоволення потреб сільськогосподарських культур ґрунтовою вологою та, на основі дефіциту води у ґрунті, визначити поливну норму.

Приклад виконання на ПЕОМ

Заповнимо таблицю для ґрунтів агрометеостанції Херсон каштанових, слабосолонцюватих, об'ємна вага – 1,4; коефіцієнт в'янення – 5,0 %; ПВ – 2650 м³/га.

Вологість ґрунту в %				В м³/га								
Від польової вологоеності	Від ваги сухого ґрунту			Загальної води			Дефіцит запасів загальної води			Продуктивна вода		
	по шарах ґрунту, в см											
	0 - 50	0 - 70	0 - 100	0 - 50	0 - 70	0 - 100	0 - 50	0 - 70	0 - 100	0 - 50	0 - 70	0 - 100
100	29	28	28	1670	2310	3260	0	0	0	880	1190	1700
90	26	25	25	1500	2080	2930	170	230	330	710	960	1370
80	23	22	22	1340	1850	2610	330	460	650	550	730	1050
70	20	20	20	1170	1620	2280	500	690	980	380	500	720
60	17	17	17	1000	1390	1960	670	920	1300	210	270	400
50	14	14	14	840	1160	1630	830	1150	1630	50	50	70
40	12	11	11	670	920	1300	1000	1390	1960	0	0	0
30	9	8	8	500	690	980	1170	1620	2280	0	0	0

На основі табличних даних будуються графіки залежності вологості ґрунту від дефіциту вологозапасів та від продуктивної води.



Для розрахункового шару ґрунту 0-70 см при запасах загальної води у ґрунті 80%ПВ (це дорівнює 1850 м³/га), продуктивна вологість ґрунту становить 960 м³/га, а дефіцит запасів води - 460 м³/га. При такому дефіциті запасів води для каштанових, слабосолонцюватих ґрунтів значення поливної норми дорівнює 460 м³/га.

Контрольні питання.

1. Дати означення, що таке дефіцит вологозапасів, продуктивна вода ґрунту.
2. Проаналізувати графік залежностей вологості ґрунту від дефіциту вологозапасів.
3. Пояснити, чому залежність вологості ґрунту від дефіциту вологозапасів у метровому шарі знижується більш повільно, ніж у півметровому.
4. Чи є залежність вологості ґрунту від дефіциту вологозапасів та залежність вологості ґрунту від продуктивної води однаковою для всіх типів ґрунтів?
5. Проаналізувати залежність вологості ґрунту від продуктивної води.
6. Пояснити, чому залежність вологості ґрунту від продуктивної води у метровому шарі зростає більш повільно, ніж у півметровому.

7.1.2. Оперативний розрахунок біологічно оптимальних і водозберігаючих режимів зрошення для сої, озимої пшениці та люцерни

Мета роботи. Навчитись проводити розрахунки оперативного планування біологічно оптимальних і водозберігаючих режимів зрошення сої, озимої пшениці та люцерни.

Завдання. Розрахувати оперативний план по біологічно оптимальних і водозберігаючих режимів зрошення для сої, озимої пшениці та люцерни.

Хід роботи. На основі визначеного сумарного випаровування за формулами (7.2) та (7.3) в залежності від стану розвитку сільськогосподарської культури, розрахувати дефіцит вологозапасів в розрахунковому шару ґрунту (7.5) наростаючим підсумком та з урахуванням поливів. В залежності від встановленого дефіциту (у разі перевищення дефіциту значення поливної норми), призначити поливні норми для сільськогосподарських культур на протязі поливного періоду. Визначити зрошувальну норму за двома режимами зрошення сільськогосподарських культур.

Приклад виконання на ПЕОМ

Всі розрахунки проводяться у табличній формі.

Контрольні питання:

1. Дати пояснення, що таке режим зрошення.
2. Порівняти зрошувальні норми при біологічно оптимальних і водозберігаючих режимах зрошення.
3. Встановити в %, на скільки біологічно оптимальні зрошувальні норми більші ніж водозберігаючі.

7.1.3. Оперативний розрахунок біологічно оптимальних і водозберігаючих режимів зрошення для кукурудзи на зерно, соняшника та томатів

Мета роботи. Навчитись проводити розрахунки оперативного планування біологічно оптимальних і водозберігаючих режимів зрошення кукурудзи на зерно, соняшника та томатів.

Завдання. Розрахувати оперативний план по біологічно оптимальних і водозберігаючих режимів зрошення для кукурудзи на зерно, соняшника та томатів.

Хід роботи. На основі визначеного сумарного випаровування за формулами (7.2) та (7.3) в залежності від стану розвитку сільськогосподарської культури, розрахувати дефіцит вологозапасів в розрахунковому шару ґрунту (7.5) наростаючим підсумком та з

Чаплинське УВГ
ТД "Долинське"
н.с.№6ЧМК поле 2

Місяці	П'яти-денки	Біологічно-оптимальний					Водозберігаючий					Контроль		Розрахунковий шар ґрунту, м	
		Витрата вологи, мм		Дефіцит, Д, мм		Рекомендована поливна норма, мм	Витрата вологи, мм		Дефіцит, Д, мм		Рекомендована поливна норма, мм	Вологість %НВ	Дефіцит, мм		
		E ₁ -P	E ₂ -P	зростаючим підсумком	з урахуванням поливу		К	К*E ₁ -P	К*E ₂ -P	зростаючим підсумком					з урахуванням поливу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	17	18	19
озима пшениця															
початковий дефіцит				16			14								
IV	1		2	18	18		1		2	16	16		91	14	0.5
	2		5	23	23		1		5	21	21				
	3		10	34	34		1		10	32	32				
	4		-14	19	19		1		-14	17	17				
	5		14	33	33		1		14	31	31				
	6		6	39	39		1		6	37	37				
V	1		3	41	1	40	0.9		2	39	39				
	2		11	52	12		0.9		10	49	9	40			
	3		14	66	26		0.8		11	60	20				
	4		16	82	2	40	0.8		13	73	33				
	5		27	110	30		0.7		19	92	12	40			
	6		16	126	6	40	0.7		11	103	23				
VI	1		18	144	24		0.6		11	114	34				
	2		26	170	10	40	0.6		16	130	10	40			
	3		14	184	24		0.5		7	137	17				
	4		9	193	33		0.5		5	142	22				
	5		22	215	55		0.5		11	152	32				
	6		-36	179	19		0.5		-18	135	15				
Зрошувальна норма						160			120						

* - розрахунки виконані по даним метеостанції Асканія нова

урахуванням поливів. В залежності від встановленого дефіциту (у разі перевищення дефіциту значення поливної норми), призначити поливні норми для сільськогосподарських культур на протязі поливного періоду. Визначити зрошувальну норму за двома режимами зрошення сільськогосподарських культур.

Приклад виконання на ПЕОМ

Всі розрахунки проводяться у табличній формі.

Контрольні питання:

1. Дати пояснення, які бувають режими зрошення. Пояснити, по яким параметрам водозберігаючі режими зрошення відрізняються від біологічно оптимальних.
2. Порівняти зрошувальні норми при біологічно оптимальних і водозберігаючих режимах зрошення.
3. Встановити в %, на скільки біологічно оптимальні зрошувальні норми більші ніж водозберігаючі.

7.1.4. Аналіз водокористування по водовиділу

Мета роботи. Навчитись аналізувати виконання поливів та водоподачі по водовиділу у порівнянні з оперативним планом.

Чаплинське УВГ
ТД "Долинське"
н.с.№64МК поле 2

Місяці	П'яти-денки	Біологічно-оптимальний					Водозберігаючий					Контроль		Розрахунковий шар ґрунту, м			
		Витрата вологи, мм		Дефіцит, Д, мм		Рекомендована поливна норма, мм	Витрата вологи, мм			Дефіцит, Д, мм		Рекомендована поливна норма, мм	Вологість %НВ		Дефіцит, мм		
		E ₁ -P	E ₂ -P	зростаючим підсумком	з урахуванням поливу		К	К*E ₁ -P	К*E ₂ -P	зростаючим підсумком	з урахуванням поливу						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	17	18	19		
озима пшениця																	
початковий дефіцит				16			14										
IV	1		2	18	18		1		2	16	16		91	14	0.5		
	2		5	23	23		1		5	21	21						
	3		10	34	34		1		10	32	32						
	4		-14	19	19		1		-14	17	17						
	5		14	33	33		1		14	31	31						
	6		6	39	39		1		6	37	37						
V	1		3	41	1	40	0.9		2	39	39						
	2		11	52	12		0.9		10	49	9	40					
	3		14	66	26		0.8		11	60	20						
	4		16	82	2	40	0.8		13	73	33						
	5		27	110	30		0.7		19	92	12	40					
	6		16	126	6	40	0.7		11	103	23						
VI	1		18	144	24		0.6		11	114	34						
	2		26	170	10	40	0.6		16	130	10	40					
	3		14	184	24		0.5		7	137	17						
	4		9	193	33		0.5		5	142	22						
	5		22	215	55		0.5		11	152	32						
	6		-36	179	19		0.5		-18	135	15						
Зрошувальна норма						160	120										

* - розрахунки виконані по даним метеостанції Асканія нова

Завдання. Провести аналіз оперативного плану та виконання поливів і водоподачі по водовиділу на основі розрахунків зроблених у 7.1.2. і 7.1.3.

Значення коефіцієнту корисної дії (ККД):

I варіант - відкрита зрошувальна мережа,

II варіант - закрыта зрошувальна мережа.

Хід роботи. Аналіз проведення поливів та водокористування проводиться один раз у декаду в межах сівозміни або по насосній станції на основі заповнених по кожному полю Форми 2. По вертикалі розташовують календар— місяці, декади; по горизонталі — поливні поля та ділянки.

Прядок заповнення відомості

По кожному полю (ділянці) що поливається заповнюється по чотири графи — поливна норма та водозабір по оперативному плану (водозберігаючий режим зрошення) та поливна норма та водозабір виконані (біологічно оптимальний режим зрошення).

Водозабір рахується як поливна норма помножена на всю площу поливного поля (ділянки).

Графа „Всього по насосній станції (або по сівозміні)” заповнюється шляхом сумування показників по всіх полях.

Водоподача по насосній станції рахується як водозабір по насосній станції поділити на ККД зрошувальної мережі.

Приклад виконання на ПЕОМ

Всі розрахунки проводяться у табличній формі.

Місяці	Декади	поле 1 – 50 га				поле 2 – 57 га				поле 3 – 57 га				поле 4 – 50 га				всього по НС №13 СМК			
		оперативн. план		виконання		оперативн. план		виконання		оперативн. план		виконання		оперативн. план		виконання		водозабір, тис.м ³		водоподача, тис.м ³	
		норм-ма мм	водо-збір тис. м ³	норм-ма мм	водо-збір тис. м ³	норм-ма мм	водо-збір тис. м ³	норм-ма мм	водо-збір тис. м ³	норм-ма мм	водо-збір тис. м ³	норм-ма мм	водо-збір тис. м ³	норм-ма мм	водо-збір тис. м ³	норм-ма мм	водо-збір тис. м ³	по опер. плану	виконано	по опер.п.лану	пода-но НС
		соя				озима пшениця				кукурудза на зерно				томати							
V	1					40	22.8	40	22.8									22.8	22.8		
	2																				
	3	40	20	40	20	40	22.8	40	22.8	40	22.8	40	22.8	40	20	40	20	85.6	85.6		
	За міс.	40	20	40	20	80	45.6	80	45.6	40	22.8	40	22.8	40	20	40	20	108.4	108.4		
VI	1					40	22.8											22.8			
	2											40	22.8			40	20		42.8		
	3	40	20	40	20					40	22.8			40	20			62.8	20		
	За міс.	40	20	40	20	40	22.8			40	22.8	40	22.8	40	20	40	20	85.6	62.8		
	Н.підс.	80	40	80	40	120	68.4			80	45.6	80	45.6	80	40	80	40	194	171.2		
VII	1											40	22.8			40	20		42.8		
	2	40	20							40	22.8			40	20			62.8			
	3	40	20	40	20					40	22.8	40	22.8	40	20	40	20	62.8	62.8		
	За міс.	80	40	40	20					80	45.6	80	45.6	80	40	80	40	125.6	105.6		
	Н.підс.	160	80	120	60					160	91.2	160	91.2	160	80	160	80	319.6	276.8		
VIII	1	40	20	40	20					40	22.8	40	22.8	80	40	40	20	82.8	62.8		
	2	40	20	40	20					40	22.8	40	22.8	40	20	40	20	62.8	62.8		
	3	40	20	40	20					40	22.8			40	20	40	20	62.8	40		
	За міс.	120	60	120	60					120	68.4	80	45.6	160	80	120	60	208.4	165.6		
	Н.підс.	280	140	240	120					280	159.6	240	136.8	320	160	280	140	528	442.4		
IX	1													40	20			20			
	2	40	20															20			
	3																				
	За міс.	40	20	40	20									40	20			40			
	Н.підс.	320	160	280	140									360	180			568			

7.2. Двохшарова та багатошарова моделі динаміки руху і розподілу вологи в ґрунтах

Термодинамічний підхід до побудови багатошарової моделі оперативного планування поливів. Багатошарова модель дозволяє більш якісно і точніше кількісно враховувати рух та розподіл вологи в ґрунті (рис. 7.2.). В розрахункових формулах записується рівняння балансу вологи для кожного з розглядуваних шарів ґрунту, тобто динаміка руху та розподілу вологи в ґрунті описується системою різницевих рівнянь. На рис. 7.2 показано баланс вологи з урахуванням вхідних та вихідних елементів. Точний кількісний аналіз елементів балансу на багатошаровій моделі можливий тільки при адаптації її до певних ґрунтових умов з використанням термодинамічного підходу.

В насичених ґрунтах величина коефіцієнта фільтрації постійна доти, поки структура ґрунту залишається стабільною. Специфічною ознакою зони аерації є неповна водонасиченість, тісно пов'язана з виявом капілярних сил. Розглянемо тепер рух вологи в ненасичених ґрунтах. Відмічено дві важливі відмінності між насиченим і ненасиченим волого переносом в ґрунті. По-перше, рушійна сила, що виникає за рахунок градієнту гідралічного тиску, замінюється силою натягу, обумовленого в основному градієнтом капілярно - сорбційного потенціалу ($grad \ y_p \approx \Delta y / \Delta z$). Друга особливість ненасиченого вологопереносу полягає в тому, що поперечний перетин, через який тече вода, зменшується, коли пори

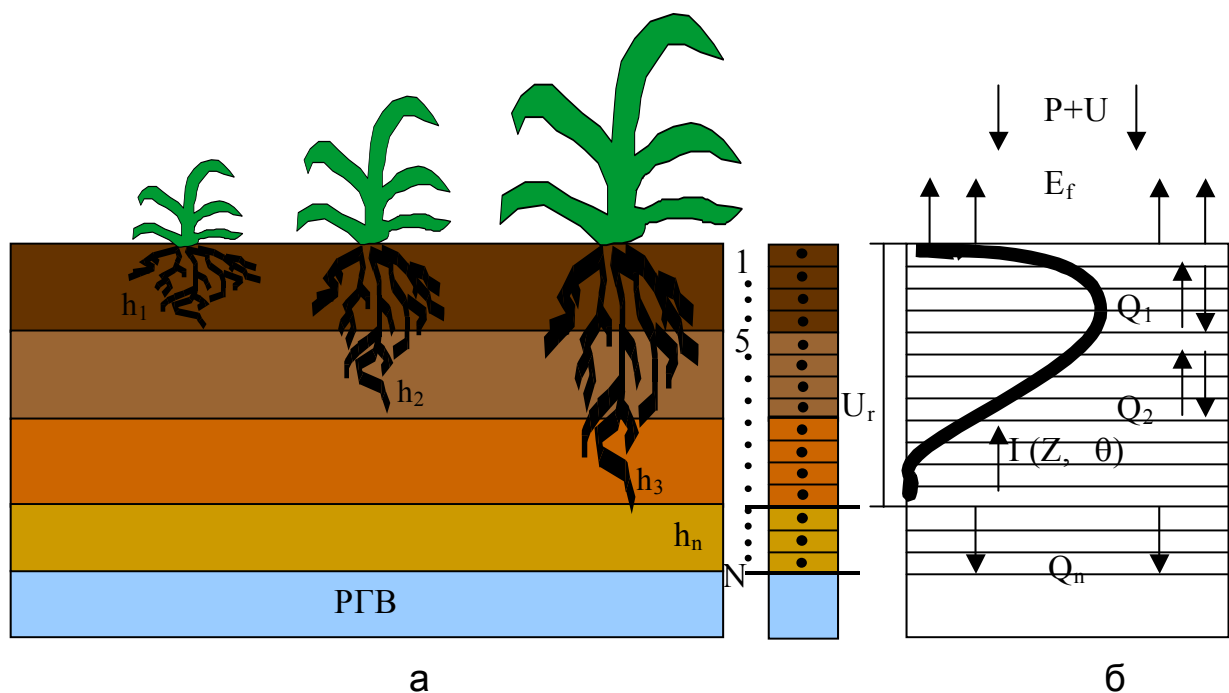


Рис. 7.2. Схема багат шарової (а - фізичної, б - математичної) моделі поглинання води та вологоперенесення в ґрунтах при зрошенні

лише частково заповнені водою. Внаслідок цього, гідравлічна провідність ненасичених вологою ґрунтів (капілярна провідність K , см/добу) характеризується не єдиним значенням (як при насиченому вологопереносі), а обов'язково функцією від всмоктуючого тиску $k=k(\psi_p)$, або від вологості ґрунту $k=k(\theta)$. Очевидно, що капілярна провідність завжди менша коефіцієнта фільтрації ($k < K_0$). Об'єм пор, що зайняті водою, при певному тиску характеризуються кривими водостримуючої здатності (pF - кривими). При цьому збільшення всмоктуючого тиску відповідає зменшенню вологості θ , відповідно і об'єму пор, зайнятих вологою, а також капілярної провідності.

Таким чином, якщо припустити, що гідравлічна провідність ґрунту є функцією об'ємного вмісту води в ґрунті $k=k(\theta)$, то рух води в ненасичених ґрунтах також відбувається згідно закону Дарсі:

$$q = -k(\theta) \frac{\partial \Phi}{\partial z}, \quad (7.7)$$

де $\Phi = -\psi_p + \psi_g$, при умові, що вісь z направлена вниз.

Використовуючи рівняння Дарсі для потоку води в ненасиченому ґрунті та рівняння неперервності для нестискуваної рідини в нестискуваному пористому середовищі, яке виражає собою закон збереження в елементарному об'ємі ґрунту

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{\partial q}{\partial z} - I(\theta, z, \tau), \quad (7.8)$$

одержимо диференціальне рівняння в частинних похідних відносно невідомої функції вологості $q(z,t)$, яке описує ненасичений водний потік в ґрунтовому профілі:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial z} \left[-k(\theta) \frac{\partial \Phi}{\partial z} \right] - I(\theta, z, \tau), \quad (7.9)$$

де q - об'ємна вологість ґрунту, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

$I(q,z,t)$ - об'єм води, який виділяється з одиниці об'єму ґрунту за одиницю часу (в основному це споживання води рослинами та фізичне випаровування).

Використовуючи те, що при певному виборі одиниць вимірювання гравітаційна складова повного потенціалу Φ рівна висоті z , тобто $\Phi = z - \psi_p$, одержимо рівняння для гомогенного середовища відоме як основне рівняння руху ґрунтової води.

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial z} \left[k(\theta) \frac{\partial \psi(\theta)}{\partial z} - k(\theta) \right] - I(\theta, z, \tau). \quad (7.10)$$

Дане рівняння використовується також для опису руху води в негетерогенному середовищі, тобто коли $k = k(z, \theta)$, $\psi = \psi(z, \theta)$. Очевидно, що рівняння (7.10) не замкнуте і повинно доповнюватись співвідношеннями, що виражають залежності:

$$k = k(\theta), \quad \psi = \psi(\theta) \quad (7.11)$$

індивідуальні для різних типів ґрунтів.

Коли профіль ґрунту складається з кількох різних типів ґрунтів, маємо залежність:

$$k = k(z, \theta), \quad \psi = \psi(z, \theta) \quad (7.12)$$

характерну для негетерогенного середовища. У випадку (7.12) маємо кілька різних за фізичними властивостями шарів, отже доцільно говорити про багатошарову модель вологоперенесення.

Таким чином, система рівнянь (7.10) або (7.12) забезпечує розв'язок задачі відносно вологості ґрунту. При цьому є можливість одержувати також епюри всмоктуючого тиску.

Балансова модель. Балансова модель відносно запасів води. Базовою задачею планування режимів зрошення є розрахунок та прогнозування динаміки вологості ґрунту у розрахунковому, або активному шарі ґрунту, де зосереджена основна маса кореневої системи. Для цих цілей найбільш розповсюдженою та перевіреною у практиці є водно-балансова модель (в деякий i -й період часу – добу, п'ятиденку, декаду і т.д.):

$$W_{i+1}^k = W_i^k + P_i^k + m_i^k \pm Q_i^{k-1} \pm Q_i^{k+1} - E_i^k, \quad k=1,2,\dots,n, \quad (7.13)$$

де W_{i+1}^k , W_i^k - вологозапаси відповідно в кінцевий та початковий моменти часу;

$\pm Q_i^{k-1}$ - вологообмін між $k-1$ -м і k -м шаром;
 $\pm Q_i^{k+1}$ - вологообмін між $k+1$ -м і k -м шаром;
 E_i^k – сумарне випаровування з k -го шару за розрахунковий інтервал часу;
 m_i – поливна норма нетто, мм;
 P_i – надходження опадів у ґрунт, мм;
 n – число шарів.

Сумарне випаровування E_i має складний характер і визначається двома складовими:

$$E_i = E_i^{(n)} + \Delta S_i, \quad (7.14)$$

де $E_i^{(n)}$ - фізичне випаровування з поверхні ґрунту, мм;
 ΔS_i - десукція води коренями рослин з ґрунту, мм.

Значення P_i^k та m_i^k (відповідно опади та поливи) присутні тільки в першому рівнянні ($k=1$). Значення сумарного випаровування E_i^k відмінне від нуля в шарах, де присутня коренева система.

Застосування багатошарової моделі. Описані моделі є найпростішими з усіх можливих і не містять ніяких співвідношень, крім рівняння матеріального балансу. Як свідчить практичний досвід, застосування спрощених (двохшарових) моделей дає досить задовільні результати для практики планування зрошення. Однак слід враховувати, що спрощена балансова модель не дозволяє детально визначати обсяги вологообміну між шарами ґрунту, а значить і динаміку вертикального розподілу води по профілю ґрунту.

Численні дослідження свідчать, що обсяги перетоків води за межі розрахункового шару залежать від таких факторів:

- величини поливної норми;
- початкового розподілу вологості по профілю ґрунту;
- розвитку кореневої системи;
- інтенсивності сумарного випаровування;
- типу ґрунтів, їх фізичних властивостей.

Вплив цих факторів детально може бути вивчений на основі побудови багатошарової моделі.

В даний час, коли розвиток методів планування зрошення полягає у напрямку їх екологічного обґрунтування та вирішення проблеми ресурсозбереження, необхідно використовувати більш тонкий інструментарій динаміки перетоку і розподілу води в ґрунті, який базується на використанні нелінійних нестационарних рівнянь вологопереносу.

Однак використання більш детальної методики для цілей планування зрошення потребує наявності ширшої бази даних – гідрофізичних параметрів для всіх типів ґрунтів зони зрошення.

Оперативне управління поливами на основі багатошарової моделі вологоперенесення. Управління поливами на основі

багатошарової моделі передбачає використання екологічного критерію при виборі поливних норм. Задача вибору поливних норм при управлінні поливами полягає у мінімізації сумарного потоку води за межі розрахункового шару при дії комплексу техногенних і природних факторів. Отже, потрібно визначити такий набір норм $m_1, m_2, \dots, m_n$, для якого сумарний потік води на інтервалі $[\tau_0; \tau_1]$ через поверхню z (екологічний критерій управління) задовольняє умові:

$$Q(\tau_0, \tau_1, m) = \int_{\tau_0}^{\tau_1} g(\tau) d\tau \leq C, \quad (7.15)$$

тобто не перевищує заданого рівня C .

Рівень C , об'єму води, що витікає за даний розрахунковий шар задає екологічні вимоги технології поливу дощуванням. Як правило, сумарна інфільтрація за метровий шар ґрунту не повинна перевищувати 1-3% величини поливної норми.

Другим важливим критерієм оперативного управління поливами (технологічним критерієм) є обмеження на режими зрошення. Так, при застосуванні різних режимів зрошення строки і норми поливу визначаються на основі критерію вологості ґрунту. Для цього в багатошаровій моделі розраховується середня вологість ґрунту в розрахунковому шарі на основі епюри вологості по глибині (рис. 7.3):

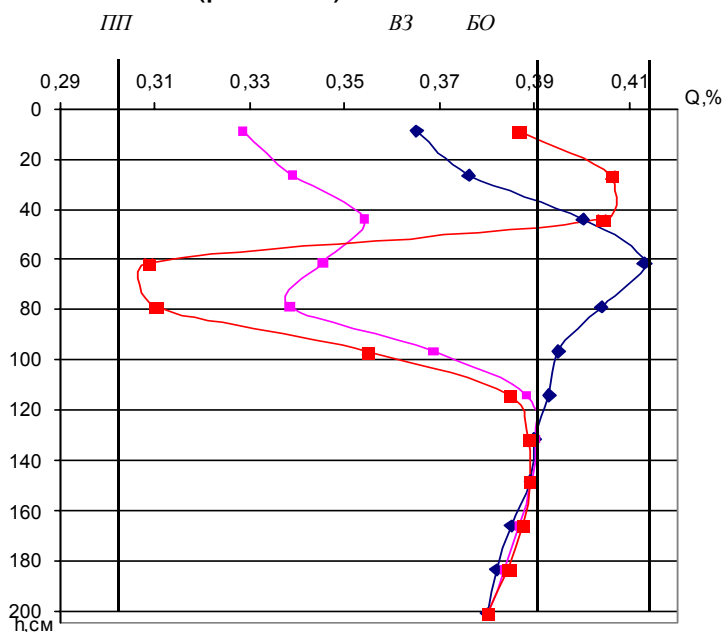


Рис. 7.3 - Управління вологістю ґрунту на основі багатошарової моделі вологоперенесення (ПП - передполивний поріг вологості ґрунту, ВЗ - водозберігаючий режим зрошення, БО - біологічно оптимальний режим).

$$\theta_h^{ср} = \frac{\sum_{i=1}^m \theta_i}{m}; \quad (7.16)$$

де θ_i - вологість ґрунту в i -му шарі;

m - число горизонтів ґрунту, що складають розрахунковий шар h .

Реалізація біологічно-оптимальних режимів зрошення забезпечується підтриманням середньої вологості ґрунту в інтервалі.

$$\theta_{кр} \leq \theta_{1m}^{сер} \leq \theta_{НВ} \quad (7.17)$$

У ресурсозберігаючих режимах зрошення параметри змінюються по фазах розвитку. Критерієм, який свідчитиме про те, задовільна чи незадовільна вологість ґрунту (зокрема, для люцерни другого року) буде середня вологість шару ґрунту товщиною 0,7 м:

$$0.75\theta_{НВ} < \theta_{0,7m} \leq \theta_{НВ}. \quad (7.18)$$

При цьому в некритичні фази розвитку нижнє значення передполивного порогу вологості ґрунту, залежно від культури та фази розвитку, може знижуватись.

7.2.1. Імітаційне моделювання процесів вологопереносу в ґрунті

Мета роботи. Вивчити процеси поширення вологи в ґрунті.

Завдання.

1. Одержати профілі вологості за 7 діб. Глибину розповсюдження коренів взяти на власний розсуд. Сумарне випаровування задати на весь період розрахунку рівним:

I варіант 2 мм/добу

II варіант 5 мм/добу

2. Побудувати графіки динаміки вологості за 10 діб (вісь X) для 1-го 2-го 3-го шару (відповідні стовпчики результатів)

3. Побудувати графіки розподілу вологи на певну добу розрахунку по всьому ґрунтовому профілю, до 3,5 м (розподіл вологості на 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 добу).

Хід роботи. Порядок роботи з діалоговою програмою LABN5.EXE:

а) Після запуску водиться глибина розповсюдження коренів

б) *Ввести N файлу даних (N.dan) з поч. умовами?* Вводиться початковий розподіл вологості ґрунту із відповідною поливною нормою:

1. поливна норма=0;

2. поливна норма=350;

3. поливна норма=525;

4. поливна норма=700;

5. поливна норма=1050.

в) *Випаровування?* Вводиться величина сумарного випаровування (у мм/добу) на 1-у добу.

г) *Тривалість розрахуку?* Вводиться тривалість розрахункового періоду(до 10 діб).

в) *Випаровування?* Ввод 0-ля – вихід Вводиться величина сумарного випаровування на 2-у, 3-у,..., n-у, добу. 0 – достроковий вихід і

завершення програми.

Динаміка профілю вологості за розрахунковий період міститься у одному із наступних файлів відповідно до діалогу п.б):

1. Norma 0.txt;
2. Norma 350.txt;
3. Norma 525.txt;
4. Norma 700.txt;
5. Norma 1050.txt

В стовпцях містяться наступні результати розрахунку: 1-й стовпець - поточний час від початку розрахунку (через 0.2 доби). Решта це поточна вологість на відповідних глибинах через 35 см.

Приклад виконання на ПЕОМ. На рис.7.4. зображені епюри розподілу вологості по глибині ґрунтового профілю. Це є ілюстративним прикладом до п.1 і п.3 завдання на лабораторну роботу. На рисунку 2.3 показані графіки динаміки вологості за 10 діб (вісь X) для шарів з 1-го – 5-го.

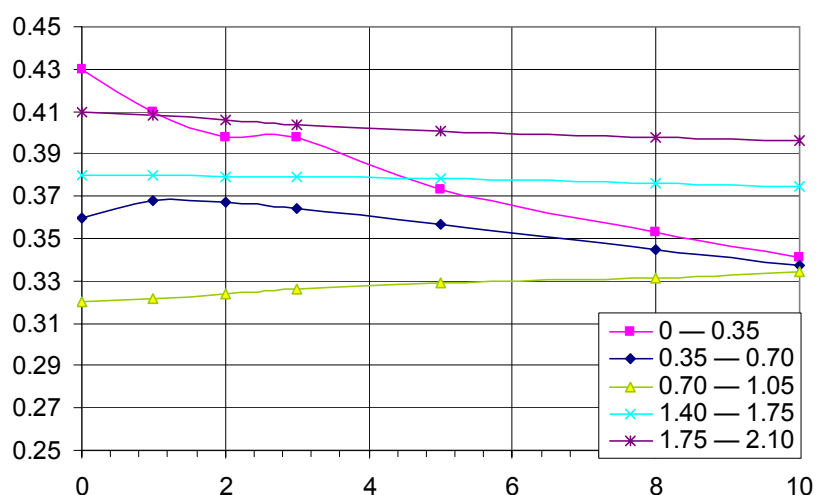


Рис. 7.4. Вологість ґрунту протягом 10 днів для різних горизонтів.

Контрольні питання.

1. Пояснити, що таке багат шарова модель вологоперенесення.
2. Для розв'язання яких задач вона використовується?
3. Дослідити, як буде залежати вологість ґрунту від часу при різному сумарному випаровуванні.

7.2.2. Імітаційно-оптимізаційне моделювання інфільтрації в ґрунтах залежно від комплексу факторів

Мета роботи. Вивчити поведінку критерія оптимізації (величини інфільтрації за межі розрахункового шару) залежно від комплексу факторів – сумарного випаровування вологи; глибини розповсюдження кореневої системи та ін).

Завдання.

1. Одержати значення інфільтрації за 7 діб.
2. Побудувати графік інфільтраційного потоку вологи за 10 діб (час -

вісь X) (потік - вісь Y) для різної глибини розповсюдження кореневої системи: 3 кривих на одній координатній системі

3. Побудувати графік інфільтраційного потоку води за 10 діб (час - вісь X) (потік - вісь Y) для різної величини поливної норми: 5 кривих на одній координатній системі

Хід роботи. Порядок роботи з діалоговою програмою LABN6.EXE.

а) Після запуску водиться глибина розповсюдження коренів

б) *Ввести N файлу даних (N.dan) з початковими умовами?*

Вводиться початковий розподіл вологості ґрунту із відповідною поливною нормою:

1. поливна норма=0;
2. поливна норма=350;
3. поливна норма=525;
4. поливна норма=700;
5. поливна норма=1050.

в) *Випаровування?* Вводиться величина сумарного випаровування (у мм/добу) на 1-у добу.

г) *Тривалість розрахунку?* Вводиться тривалість розрахункового періоду (до 10 діб).

д) *Випаровування?* Ввод 0-ля – вихід Вводиться величина сумарного випаровування на 2-у, 3-у,..., n-у, добу. 0 – достроковий вихід і завершення програми.

Величина інфільтрації за межі метрового шару за розрахунковий період міститься у одному із наступних файлів відповідно до діалогу п.б):

1. Pot_n0.txt;
2. Pot_n350.txt;
3. Pot_n525.txt;
4. Pot_n700.txt;
5. Pot_n1050.txt

В стовбцях містяться наступні результати розрахунку: 1-й стовпець - поточний час від початку розрахунку (через 0.2 доби). 2-й стовпець – величина інфільтрації (наростаючою сумою) за межі метрового шару, при ведена в м³/добу.

3. Порядок проведення розрахунків

– Здійснити послідовний трикратний запуск (з різною глибиною кореневої системи) діалогу LABN6.EXE з наступними параметрами: у кожному випадку розрахунковий період 10 діб, $E=2$ мм/добу. Початковий профіль довільний але однаковий у всіх трьох стартових випадках.

Увага! Результати кожного розрахунку, відповідний файл Pot_n№.txt перед запуском наступного розрахунку слід зберегти під іншим іменем для запобігання втрати результатів;

- Здійснити послідовний п'ятикратний запуск (з різною поливною нормою) діалогу LABN6.EXE з наступними параметрами: у кожному випадку розрахунковий період 10 діб, $E=2$ мм/добу. Глибина кореневої системи для розрахунків приймається довільною але

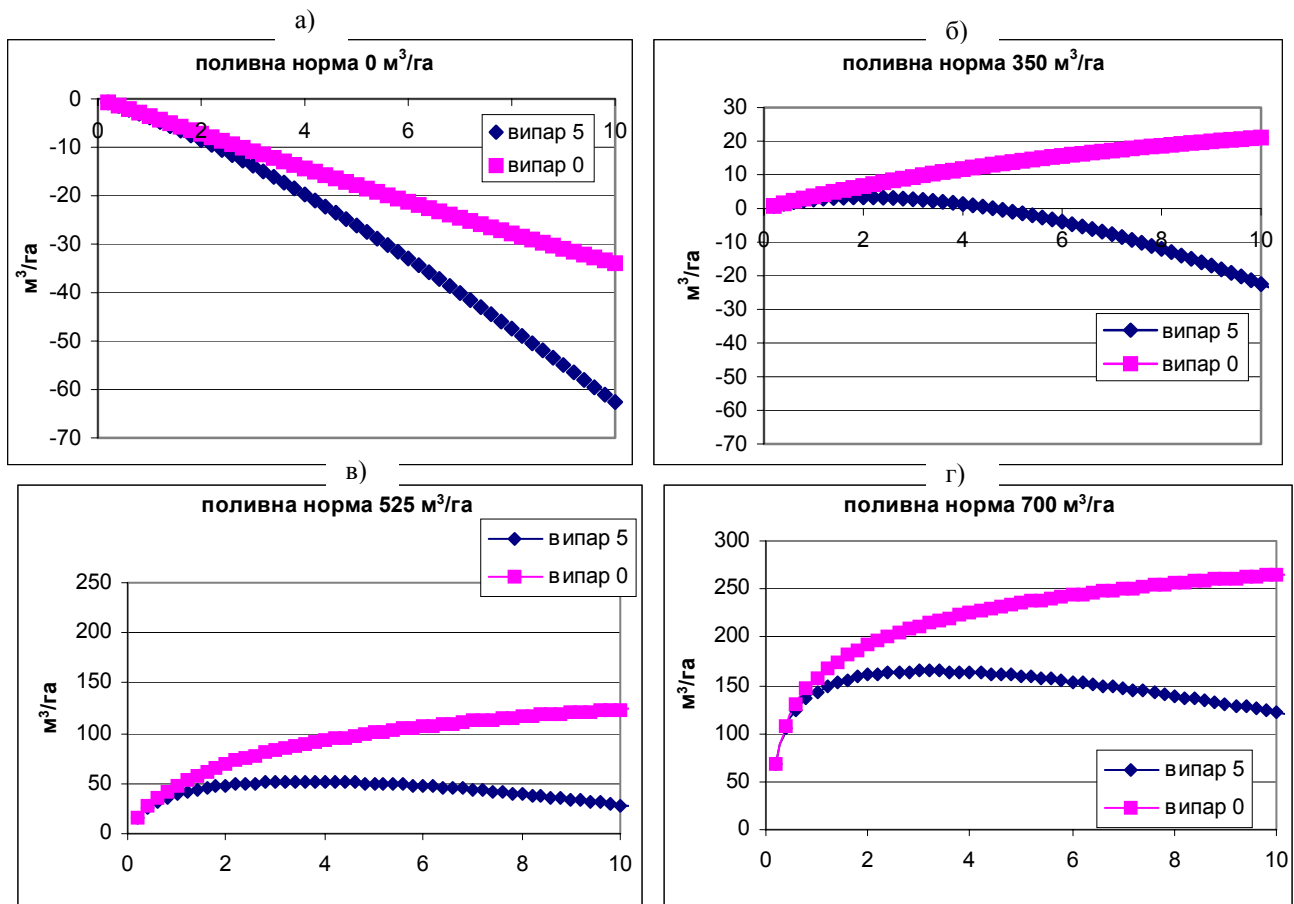


Рис. 7.5. Дослідження процесів інфільтрації за різних поливних норм і сумарного випаровування.

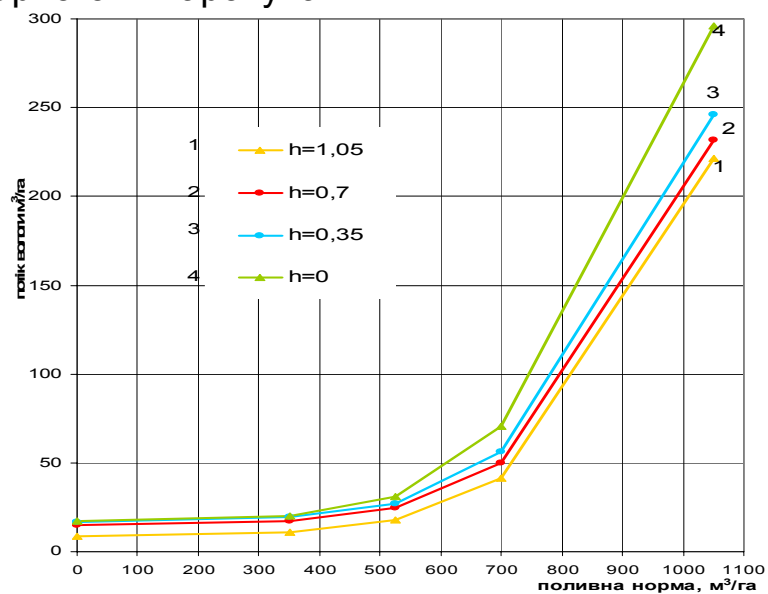


Рис. 7.6. Сумарний потік води за межі метрового шару за 10 діб залежно від поливної норми при різній потужності кореневої системи

однаковою у всіх стартових випадках.

– Результати розрахунків імпортуються в систему EXCEL для побудови графіків.

Приклад виконання на ПЕОМ.

На рисунках зображені графіки інфільтрації за 10 діб при різних поливних нормах і двох фіксованих значеннях сумарного випаровування. та графік інфільтрації при різній потужності кореневої системи.

Контрольні питання.

Дослідити величину інфільтрації (наростаючою сумою) за межі метрового шару приведена в м³/добу при різних поливних нормах. Побудувати графіки.

7.3. Система аналізу довгострокової динаміки та прогнозування процесів підтоплення сільськогосподарських угідь (стосовно умов півдня України)

7.3.1. Методологічна схема аналізу динаміки рівнів ґрунтових вод та їх прогнозування

Проблеми розвитку природно-технічних систем послідовно вивчають із застосуванням моделювання складних систем, зокрема і в сформованій науці про системи – системології. В подальшому використовується одна із гілок системології – синергетика, об'єктом якої є системи, що самоорганізуються і розвиваються. В даний час розвиток таких систем методологічно зіставляється з теорією нерівноважних, нестационарних процесів.

Математичною основою моделювання синергетичних систем є звичайні диференціальні рівняння, що використовуються для моделювання здебільшого нестационарних процесів, властивих технічним системам. Зокрема і при розгляді природно-технічної системи (межиріччя Дніпро-Молочна) застосовувались диференціальні рівняння в частинних похідних в задачах імітаційного моделювання динаміки і прогнозування рівнів ґрунтових вод в окремих точках трьохвимірного простору. Проте при розгляді природно-технічних систем даний апарат часто є неадекватним для відображення динаміки розвитку і структурних змін системи, що визначаються на основі окремих показників за даними моніторингу. Так, аналіз даних еколого-меліоративного моніторингу показав, що важливим показником стану системи є розподіл площ за рівнем ґрунтових вод. Вимірювання глибини залягання ґрунтових вод здійснюється безпосередньо в спостережних свердловинах, на основі цих даних будуються карти, а на основі карт визначаються абсолютні значення площ з певним розподілом за рівнем ґрунтових вод. Вивчення динаміки показника площ за рівнем ґрунтових вод є важливою задачею синергетики – аналізу підтоплення, його виникнення, розвитку, суттєвого

зменшення в окремих випадках в залежності від факторів впливу. Проте розв'язання даної задачі стає не можливим на основі застосування диференціальних рівнянь, а вимагає застосування нових математичних підходів.

Для аналізу динаміки рівнів ґрунтових вод, а на їх основі синергетичних процесів розвитку підтоплення сільськогосподарських угідь на півдні України, запропоновано використовувати методи статистичного аналізу, зокрема побудови гістограм для вивчення площ підтоплення в роки спостережень. Метод гістограм, як метод аналізу природно-технічної системи, можна віднести до методів кібернетики, які базуються на використанні відомого принципу “чорного ящика”. Такі методи не завжди дають можливість оцінити внутрішні зв'язки змінних об'єкта, детальний вплив факторів зовнішнього середовища. Проте застосування даного методу гістограм для розв'язання задачі оцінки і аналізу стану сільськогосподарських угідь обумовлено характером даних, які забезпечуються спостереженнями в системі еколого-меліоративного моніторингу, і має такі переваги:

- забезпечує адекватну обробку даних спостережень відомим статистичним методом, який дозволяє наглядно оцінити стан об'єкта за показником розподілу площ за рівнем ґрунтових вод;
- графічне представлення і аналіз інформації для оцінки динаміки об'єкта, тобто для вивчення його синергетичних властивостей.

В випадку необхідності аналізу багатьох об'єктів, які відрізняються своїми динамічними властивостями, виникає задача класифікації цих об'єктів за типами динаміки. Як відомо класифікація – це поділ розглядуваної сукупності об'єктів на групи однорідних, що підлягають одним і тим же закономірностям, об'єктів. Ясно, що для побудови хорошої класифікації необхідне достатньо глибоке розуміння природи і закономірностей поведінки даних об'єктів. Проте “традиційно розпливчаті” геологія, соціологія та ін., де рівень пізнання закономірностей неглибокий, носить приблизний якісний характер, теоретичні побудови класифікації об'єктів є неможливими, а обов'язково повинен залучатись емпіричний матеріал для аналізу динамічної структури розглядуваних явищ.

З нашої токи зору для класифікації таких об'єктів доцільно використовувати формальні методи розпізнавання образів, що в тій чи іншій мірі використовують принцип “чорного ящика”. Одержуючи загальні закономірності за типами динаміки, кожний клас таких об'єктів досліджується більш детально (наявність чи відсутність дренажу, його стан, час введення в дію, характер поливів, види зрошення тощо).

Для прогнозування таких процесів і систем, зокрема для ситуаційного прогнозування, використовується метод прогнозування на основі апарату теорії ланцюгів Маркова. Цей метод може бути використаний для прогнозу ситуацій, що характеризуються множиною показників (факторів впливу), які змінюються із року в рік одночасно, але

безпосередні функціональні зв'язки між ними не встановлені в наслідок відсутності інформації або надзвичайної складності цих зв'язків. В основі прогнозу побудованого на основі простих ланцюгів Маркова, лежить обчислення матриці переходу, елементами якої являються імовірності переходу прогнозованих параметрів із одного стану в інший, від одної ситуації до іншої.

Таким чином, методологічна схема аналізу динаміки рівнів ґрунтових вод та їх прогнозування за даними еколого-меліоративного моніторингу повинна мати такий вигляд (рис. 7.7):

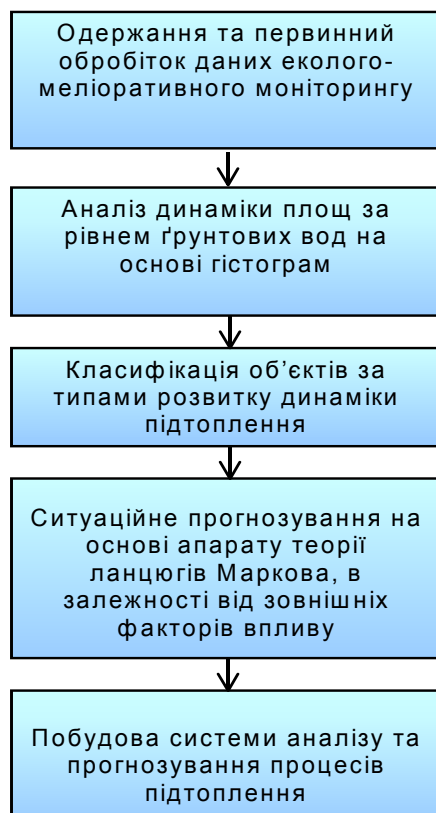


Рис. 7.7. Узагальнена схема методики аналізу синергетичної системи (динаміки площ за рівнем ґрунтових вод)

7.3.2. Аналіз динаміки площ за рівнем ґрунтових вод на основі гістограм

Для аналізу динаміки нестационарних процесів підтоплення земель на півдні України використовуються дані гідрогеолого-меліоративних експедицій (табл. 7.2).

Обробка цих даних виконується методом статистичного моделювання, зокрема побудови гістограм розподілу площ по рівню ґрунтових вод при зрошенні і без зрошення, та емпіричних функцій розподілу накопичених частотей площ до даного рівня ґрунтових вод.

У випадку задання абсолютних значень площ з різним рівнем ґрунтових вод S_K та максимальної площі спостереження S_{max} перехід до

Таблиця 7.2 - Дані Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції по розподілу земель за глибиною залягання рівнів ґрунтових вод станом на кінець вегетаційного періоду (на 1 жовтня) з 1988 по 2003 роки у Чаплинському УЗС

Рік	Площа	Менше 1м	1.0-1.5 м	1.5-2.0 м	2.0-3.0 м	3.0-5.0 м	Більш 5 м
15.09.77	79156	389	261	428	865	4087	73098
01.10.88	3400	51	16	45	149	240	2804
01.10.89	3400	50	38	82	184	213	2779
01.10.90	7975	57	81	296	667	755	6094
01.10.91	8575	52	119	227	503	1211	6272
01.10.92	8700	97	132	322	658	1209	6151
01.10.93	8700	89	153	242	569	1441	6116
01.10.94	8700	76	130	261	587	1429	6145
01.10.95	8794	77	128	232	591	1397	6210
01.10.96	8794	83	158	279	630	1373	6219
01.10.97	8794	354	255	283	564	1200	6143
01.10.98	8794	230	212	289	587	1270	6213
01.10.99	8796	223	174	204	379	1450	6391
01.10.00	8794	185	162	145	278	1464	6575
01.10.01	8794	211	144	148	256	1103	6975
01.10.02	8794	175	127	170	211	870	7241
01.10.03	8794	170	133	189	237	833	7232

відносних значень S_K/S_{max} означає задання геометричної статистичної ймовірності. Оскільки абсолютні значення площ S_{max} змінюються з року у рік, то доцільно будувати гістограми з використанням відносних значень. При цьому відношення S_K/S_{max} означає частку площ з заданим рівнем ґрунтових вод в інтервалі, що характеризує певний клас або зону ризику. Частка площ – це геометрична ймовірність частоти появи вимірювання з рівнем ґрунтових вод в заданому інтервалі. Очевидно, що сума частот буде дорівнювати одиниці, тобто буде виконуватися:

$$\sum_{i=1}^m \frac{S_K}{S_{max}} = 1, \quad (7.19)$$

де m – число інтервалів.

По вибірці відносних значень площ можна знайти емпіричну функцію розподілу:

$$F^*(H) = \sum_{H_K - H_{K-1}} \frac{S_K}{S_{max}}, \quad (7.20)$$

Значеннями емпіричної функції розподілу ймовірності площ $F^*(H)$ з заданим рівнем ґрунтових вод являються так звані накопичені частоти (за первинною класифікацією вимірювань):

$$F^*(H) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } H \in a_0; \\ \frac{S_1}{S_{\max}}, & \text{якщо } H \in a_0 \cup a_1; \\ \frac{S_1 + S_2}{S_{\max}}, & \text{якщо } H \in a_0 \cup a_1 \cup a_2; \\ \dots\dots\dots \\ \sum_{K=1}^{m-1} \frac{S_K}{S_{\max}}, & \text{якщо } H \in \bigcup_{K=1}^{m-1} a_K; \\ 1, & \text{якщо } H \in \bigcup_{K=1}^m a_K, \end{cases} \quad (7.21)$$

Отримані варіаційні ряди наносять на графіки у вигляді гістограм (рис. 7.8).

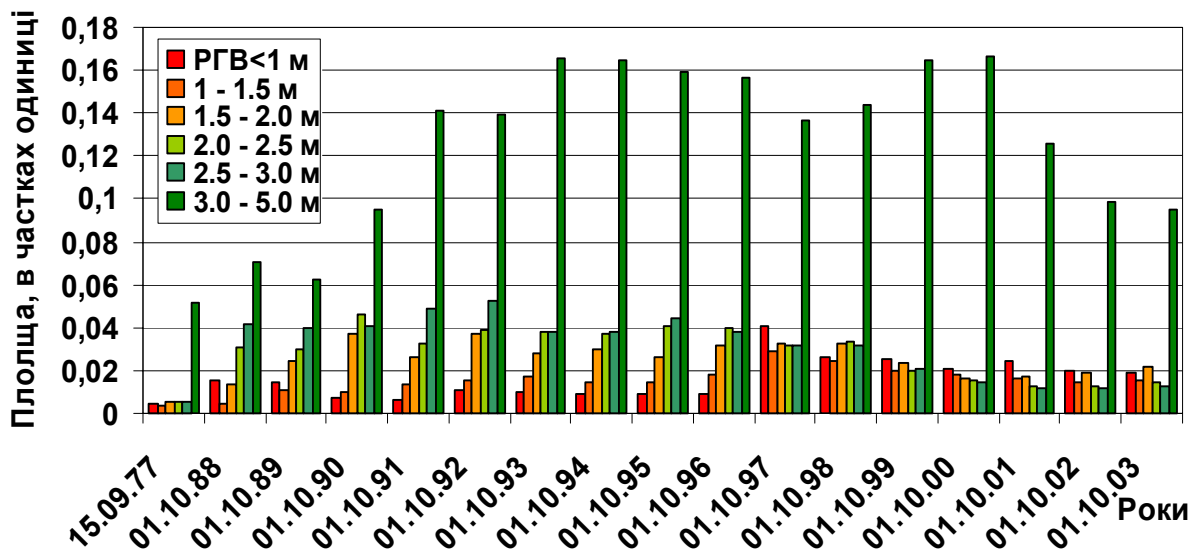


Рис. 7.8. Гістограма розподілу площ за рівнем ґрунтових вод для аналізу динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь у Чаплинському УЗС у 1988-2003 рр., на всій площі спостережень

7.3.3. Класифікація об'єктів за типами розвитку динаміки підтоплення

Для аналізу довгострокової динаміки процесів підтоплення сільськогосподарських угідь виникає необхідність провести класифікацію об'єктів за типами розвитку цих процесів. Типізація за варіантами розвитку цих процесів необхідна для визначення системи заходів боротьби з підтопленням для кожного типового класу об'єктів. Тому нами запропоновано здійснити таку класифікацію з використанням методів розпізнавання образів.

Задача розпізнавання образів заключається в класифікації розпізнаючою системою деякої множини вхідних зображень на образи або класи. Система повинна навчитись завжди виконувати таку класифікацію, яку в більшості випадків застосовує вчитель. Така постановка задачі розпізнавання характерна для навчання системи. В процесі навчання термінами „зображення” або „стан об'єкта” називається

вхідний сигнал розпізнаючої системи, який представляється в вигляді вектора:

$$x_k(x_1^k, x_2^k, x_3^k, \dots, x_n^k), \quad k = 1, \dots, L \quad (7.22)$$

Координати вектора зображень $x'_1, x'_2, x'_3, \dots, x'_n$ називаються первинними ознаками. Термінами „образ”, „ситуація” або „клас” називають деяку множину зображень, які мають певну спільну властивість. „Прототипом” або „еталоном” називають деяке, найбільш імовірне, середнє зображення даного образу (центр класу), з яким порівнюють кожне з вхідних зображень, для того щоб визначити, до якого із класів воно відноситься. Прототипи також представляють векторами:

$$r_m(r_1^{(m)}, r_2^{(m)}, r_3^{(m)}, \dots, r_n^{(m)}), \quad m = 1, \dots, M \quad (7.23)$$

Для побудови прототипів визначаються найбільш характерні типи розвитку багаторічної динаміки підтоплення. Окремі зображення розвитку процесів підтоплення сільськогосподарських угідь (для конкретних об'єктів) співвідносяться з прототипами за певною мірою близькості і, за критерієм мінімуму цієї міри, відносяться до певного класу.

Формалізація задачі розпізнавання образів починається з вибору окремих періодів розвитку багаторічної динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь. В дисертаційній роботі нами визначається ряд характерних n періодів розвитку підтоплення.

Відповідно до цих періодів визначені середні значення за відповідне число L (років періоду) часток підтоплених площ в межах $0 < PGB < 2,0$ м, для кожного k -го об'єкту:

$$y_i^k = \frac{1}{p} \sum_{N=1}^p \left(\frac{S_1^k + S_2^k + S_3^k}{S_{\max}^k} \right)_N, \quad N = 1, \dots, p \quad (7.24)$$

де p – число років у розглядуваному i -му періоді;

N – поточний рік відповідного періоду;

$\left(\frac{S_1^k + S_2^k + S_3^k}{S_{\max}^k} \right)_N$ – частка підтоплених площ ($0 < PGB < 2,0$ м) в N -му

поточному році;

S_1^k – абсолютне значень площ в інтервалі 0-1,0 м, для k -го об'єкту;

S_2^k – абсолютне значень площ в інтервалі 1,0-1,5 м, для k -го об'єкту;

S_3^k – абсолютне значень площ в інтервалі 1,5-2,0 м, для k -го об'єкту;

$S_{\max}^k$ – максимальне абсолютне значення площ в інтервалі 0-2,0 м, для k -го об'єкту.

Таким чином, одержуємо зображення динаміки підтоплення для конкретного об'єкта (в абсолютних значеннях частки підтоплених площ):

$$y_k(y_1^k, y_2^k, y_3^k, y_4^k, y_5^k), \quad k = 1, \dots, L \quad (7.25)$$

Для класифікації зображень динаміки підтоплення необхідно перейти від абсолютних значень зображень частки підтоплених площ, за певним принципом нормалізації, до відносних значень за формулою:

$$x_i^k = \frac{y_i^k}{y_{\max}^k}, \quad i = 1, \dots, n, \quad k = 1, \dots, L \quad (7.26)$$

де $y_{\max}^k$ – максимальне значення компоненти вектора y_k .

Сукупність векторів (7.22), визначених за формулою (7.26), складає множину зображень динаміки підтоплення.

Аналізуючи сукупність зображень, виділяються, згідно з термінологією розпізнавання образів, прототипи або центри класів, що зображаються векторами типу (7.23) і визначають найбільш характерні типи розвитку багаторічної динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь (рис. 7.9). В деяких випадках клас об'єктів може характеризуватись кількома прототипами (рис. 7.10).

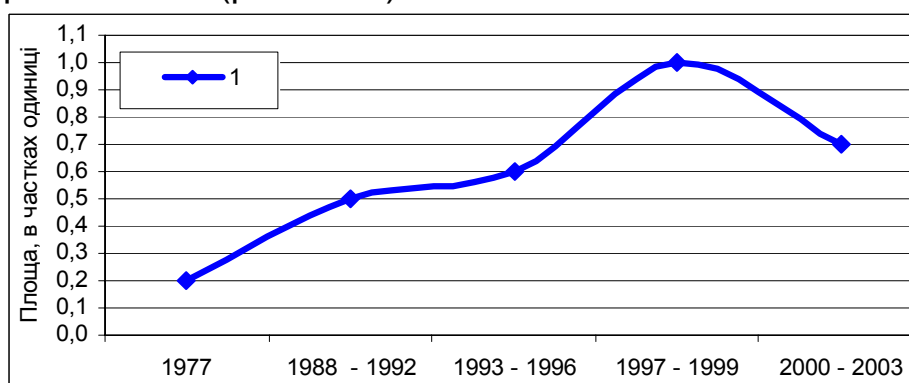


Рис. 7.9. Перший клас розвитку багаторічної динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь

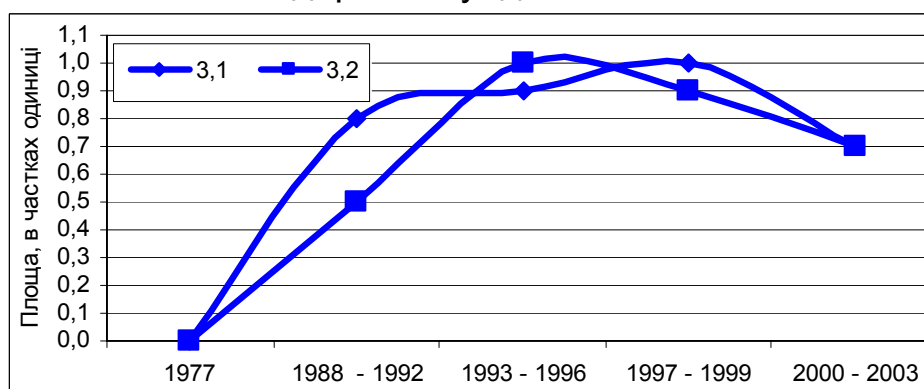


Рис. 7.10. Третій клас розвитку багаторічної динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь описується двома прототипами

Для віднесення k -го зображення об'єкту до певного класу розраховуються міри близькості до кожного з класів:

$$\Sigma_m = \sum_{i=1}^n |x_i^k - r_i^m|, \quad m = 1, \dots, M \quad (7.27)$$

Значення класу m^* , до якого відноситься об'єкт, знаходиться за мінімальним значенням міри близькості:

$$m^* = \arg \min_{m=1, \dots, M} \Sigma_m \quad (7.28)$$

де m^* - значення аргументу міри близькості Σ_m , при якому досягається мінімум цієї функції.

7.3.4. Ситуаційне прогнозування на основі апарату теорії ланцюгів Маркова, в залежності від зовнішніх факторів впливу

Для реалізації задачі ситуаційного прогнозування процесів підтоплення сільськогосподарських угідь пропонується створення прогнозної системної макромоделі, що базується на побудові дискретного ланцюга Маркова, як інструментарію прогнозування на основі аналізу взаємодії кількох підсистем. На нижньому рівні ієрархії розглядаються моделі підсистем: “Початковий стан рівня ґрунтових вод”, “Прогнозована кількість опадів”, “Прогнозована водоподача”.

Алгоритм прийняття рішень в системі, тобто алгоритм координації роботи підсистем, характеризується дискретним ланцюгом Маркова, що описує імовірності переходів станів рівнів ґрунтових вод $S_i, i \in [1;4]$.

Тоді, якщо величини $P_j(t)$ характеризують імовірність знаходження системи в момент t в стані S_j , то імовірності $P_j(t+1)$ знаходження системи в стані S_j в момент $t+1$ визначаються матричним рівнянням:

$$(P_1(t+1), \dots, P_4(t+1)) = (P_1(t), \dots, P_4(t)) \begin{pmatrix} P_{11}(t) & \dots & P_{14}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ P_{41}(t) & \dots & P_{44}(t) \end{pmatrix} \quad (7.29)$$

де $P_{ij}(t)$ розглядається як імовірність переходу із стану S_i в стан S_j .

Невизначеність в системі обумовлена невизначеністю початкових станів S_i , що пов'язане з недостатньою репрезентативністю спостережених свердловин.

Другим джерелом невизначеності та ризику при прогнозуванні рівнів ґрунтових вод є невизначеність ймовірностей переходу $P_{ij}(t)$, які ідентифікуються на основі сумісного розгляду та аналізу підсистем.

Імовірнісний прогноз за допомогою рівняння (7.19) залежить від стану системи в момент t , та від метеорологічних факторів (опадів, випаровування) і регулюючого фактору – водоподачі при зрошенні. Зменшення ризику підтоплення можливе при зменшенні водоподачі та оперативному плануванні поливів на основі водозберігаючих технологій зрошення.

Для класифікації станів S_i марківської системи використаємо шкалу відносних ризиків $P_i/P_{\max}$, на основі якої стани визначаються співвідношенням:

$$f\left(\frac{P_i}{P_{\max}}\right) = \begin{cases} 4, & \text{якщо } \frac{P_i}{P_{\max}} \geq I_4^{\min}; \\ (3, 4), & \text{якщо } I_3^{\max} < \frac{P_i}{P_{\max}} < I_4^{\min}; \\ 3, & \text{якщо } I_3^{\min} < \frac{P_i}{P_{\max}} \leq I_3^{\max}; \\ (2, 3), & \text{якщо } I_2^{\max} < \frac{P_i}{P_{\max}} < I_3^{\min}; \\ 2, & \text{якщо } I_2^{\min} < \frac{P_i}{P_{\max}} \leq I_2^{\max}; \\ (1, 2), & \text{якщо } I_1^{\max} < \frac{P_i}{P_{\max}} < I_2^{\min}; \\ 1, & \text{якщо } \frac{P_i}{P_{\max}} \leq I_1^{\max}. \end{cases} \quad (7.30)$$

Якщо відношення $\frac{P_i}{P_{\max}}$ попадає в інтервал, що однозначно визначає стан системи S_i , то початкова імовірність даного стану $P_i(t)=1$. Початкові імовірності знаходження системи S_i в одному із проміжних станів (k, j) визначаються "близькістю" до кожного з проміжних станів за формулами:

в k -му стані

$$P_k(t) = \frac{\frac{P_i}{P_{\max}} - I_k^{\max}}{I_j^{\min} - I_k^{\max}} \quad (7.31)$$

в j -му стані

$$P_j(t) = \frac{I_j^{\min} - \frac{P_i}{P_{\max}}}{I_j^{\min} - I_k^{\max}} \quad (7.32)$$

Для реалізації системної марківської моделі необхідно здійснити класифікацію зовнішніх впливів (побудова ситуацій φ) за формулою:

$$\varphi(M + \xi) = \begin{cases} \text{I,} & \text{"в природній нормі", якщо } M + \xi \leq 450; \\ \text{II,} & \text{"допустиме перевищення", якщо } 450 < M + \xi \leq 600; \\ \text{III,} & \text{"критичне перевищення", якщо } 600 < M + \xi \leq 750; \\ \text{IV,} & \text{"катастрофічне перевищення", якщо } M + \xi > 750. \end{cases} \quad (7.33)$$

В залежності від ситуації φ , для прогнозування процесів підтоплення використовується один із дискретних ланцюгів Маркова, що описує імовірності переходів станів $S_i, i \in [1;4]$ рівнів ґрунтових вод (рис. 7.11).

Якщо, наприклад, за сумою опадів та поливів ситуація φ відповідає I ланцюгу Маркова, тоді прогноз на 2004 рік буде відповідати наступній гістограмі (рис. 7.12).

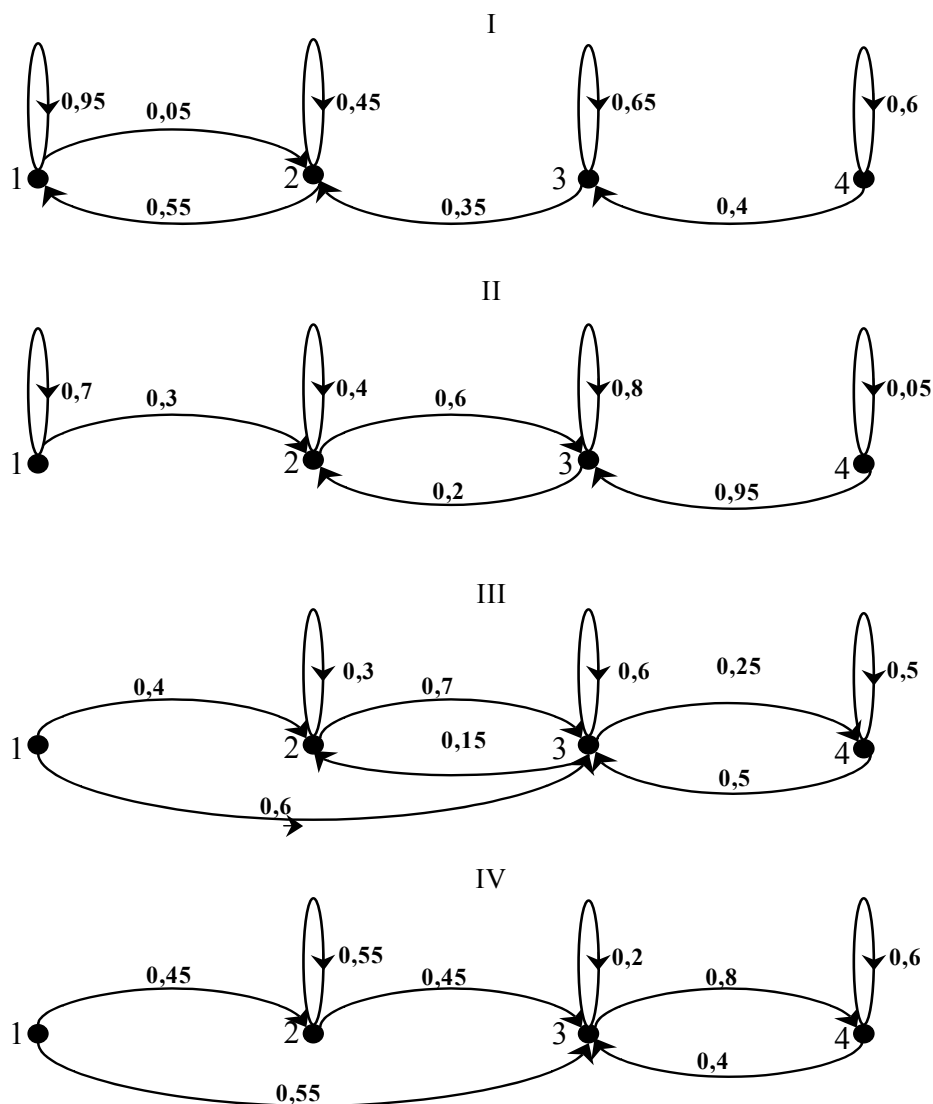


Рис. 7.11. Імовірності переходів станів в залежності від зовнішніх впливів, для Чаплинського УЗС на всієї площі спостережень

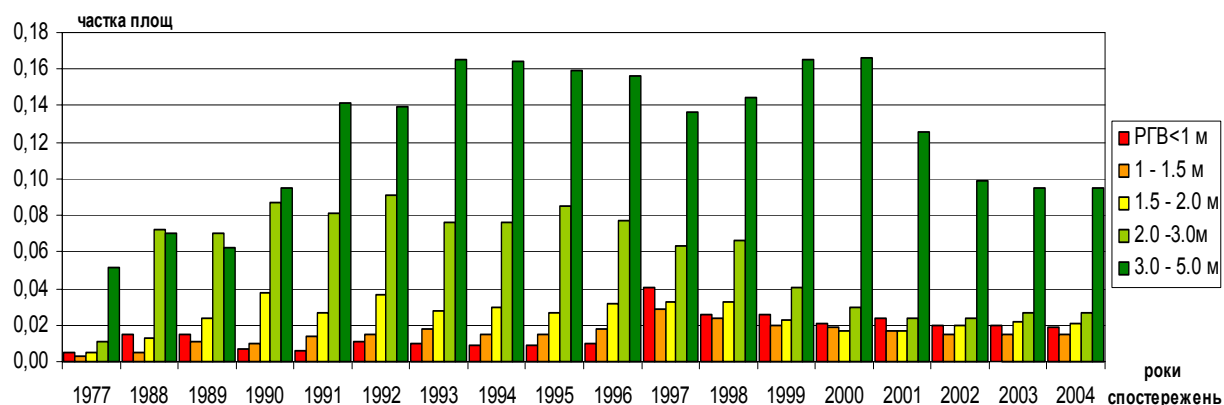


Рис. 7.12. Гістограма щільності розподілу площ по рівню ґрунтових вод підтоплення сільськогосподарських угідь у 1988-2003 рр. (Чаплинське УЗС, на всій площі спостережень) з прогнозним 2004 роком з переходом за I ланцюгом Маркова

Тобто, площі з рівнями ґрунтових вод у 2004 році за І ланцюгом Маркова будуть мати наступний розподіл:

- $РГВ < 1 \text{ м}$ – 165,74 га;
- $1,0 \leq РГВ < 1,5$ – 129,66 га;
- $1,5 \leq РГВ < 2,0$ – 184,26 га;
- $2,0 \leq РГВ < 3,0$ – 237,35 га;
- $3,0 \leq РГВ < 5,0$ – 834,24 га;
- $РГВ \geq 5$ – 7242,75 га.

Виконав прогнозні розрахунки, робимо висновки про необхідність проведення інженерних заходів (будівництво нового та реставрація існуючого дренажу) та дотримання ощадливих режимів зрошення земель.

7.3.5. Побудова системи аналізу та прогнозування процесів підтоплення

З використанням розроблених наукових основ нами створена „Система аналізу довгострокової динаміки та прогнозування процесів підтоплення сільськогосподарських угідь (стосовно умов півдня України)”. Система складається із чотирьох блоків:

- Передмова.
- Задачі (підсистема) аналізу багаторічної динаміки ґрунтових вод.
- Задачі (підсистема) прогнозування рівня ґрунтових вод.
- Бази даних і знань.

Принципи роботи у блоці „Передмова”

У блоці „Передмова” (рис. 7.13) надано пояснення, що система розробляється „... з метою покращення державного управління на основі удосконалення системи еколого-меліоративного моніторингу, для вирішення задач аналізу багаторічної динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь та прогнозування процесів підтоплення в умовах півдня України, проведення меліоративних заходів на зрошуваних і прилеглих до них землях, забезпечення екологічних вимог і нормативів для недопущення шкідливої дії вод”. Також пояснено для кого розроблена дана система „...для використання у Облводгоспах та гідрогеолого-меліоративних експедиціях”.

Цей блок спрямоване на вирішення таких завдань:

- аналіз багаторічної динаміки ґрунтових вод;
- встановлення зон ризику;
- прогноз коливання рівня ґрунтових вод;
- поповнення бази даних.

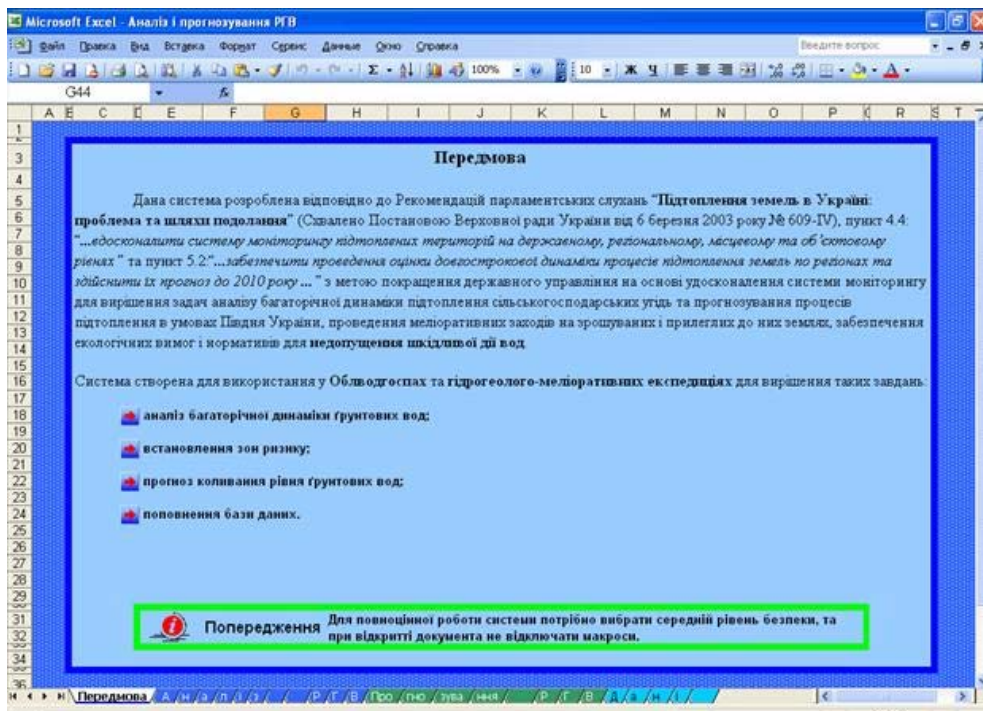


Рис. 7.13 - Блок „Передмова”

Якщо у блоці „Передмова” натиснути стрілку „аналіз багаторічної динаміки ґрунтових вод” здійсниться перехід до блоку „Задачі (підсистема) аналізу багаторічної динаміки ґрунтових вод”.

Принципи роботи у блоці „Задачі (підсистема) аналізу багаторічної динаміки ґрунтових вод”

У цьому блоці на листу „А” (рис. 7.14) пояснюється для чого здійснюється розрахунок. Також якщо відомо місце знаходження об’єкта його можна вибрати з переліку у приведеному на листі списку. Перелік включає в себе всі адміністративні райони Херсонської області, з назвою господарства та сільськогосподарським використанням земель: загального використання, зрошення або богара. Якщо об’єкта немає у списку, але є дані за рівнем ґрунтових вод виникає необхідність поповнити цей список, для цього необхідно натиснути на стрілку біля той дати на яку є дані та внести їх до таблиці яка з’явиться на екрані монітору. В таблицю вносяться дані гідрогеолого-меліоративних експедицій по розподілу площ за глибиною залягання рівня ґрунтових вод, які визначаються на 01.04. та 01.10. кожного року. Вказується місце знаходження об’єкту. В таблицю вносяться роки спостережень, площі за рівнями ґрунтових вод для різних шарів (менше 1,0 м; 1,0-1,5 м; 1,5-2,0 м; 2,-3,0 м; 3,0-5,0 м; більше 5,0 м).

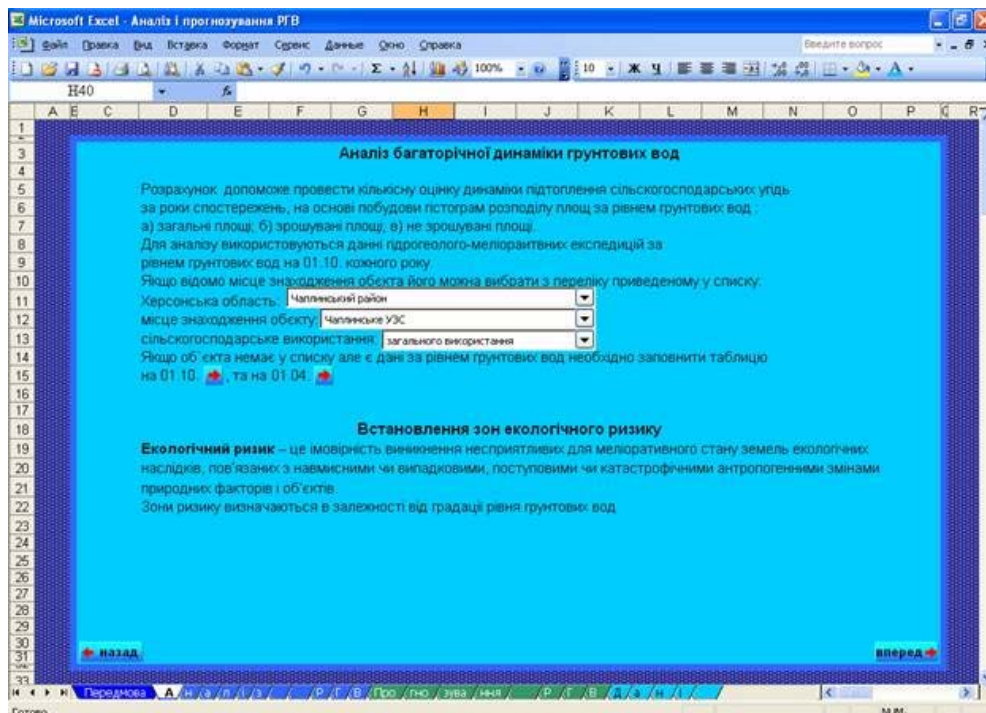


Рис. 7.14. Лист „А” блоку „Задачі (підсистема) аналізу багаторічної динаміки ґрунтових вод”

Після вибору або внесення необхідних даних про об’єкт натискаємо стрілку „вперед” та переходимо до листа „л” (рис. 7.15) на якому за отриманими даними будується гістограма на якій вказуються роки спостережень та частка площ для різних рівнів ґрунтових вод досліджуємого об’єкту. Також на цьому листі натисканням стрілок верх - вниз задається критичний рівень ґрунтових вод ($H_{кр}$) для цього об’єкту.

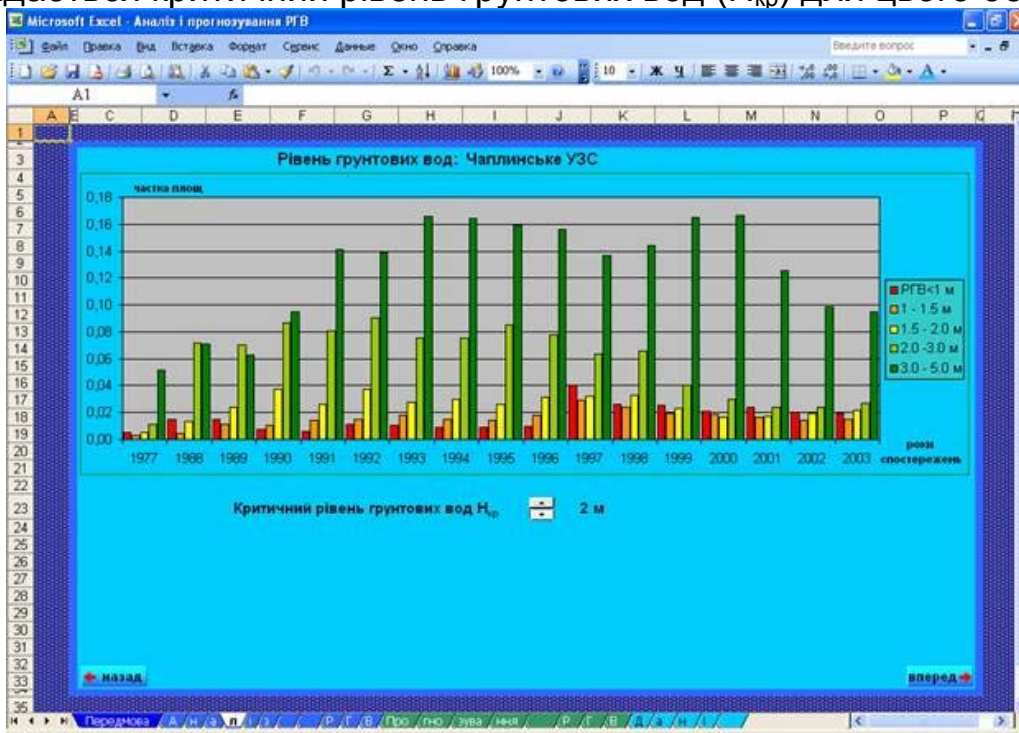


Рис.7.15. Лист „л” блоку „Задачі (підсистема) аналізу багаторічної динаміки ґрунтових вод”

Після вибору $N_{кр}$ натискаємо стрілку „вперед” та переходимо до листа „і” (рис. 7.16) на якому проводиться аналіз гістограми площ рівнів ґрунтових вод, де вказується об’єкт проведення аналізу, його середня площа за всі роки спостереження та площа спостереження у останній рік.

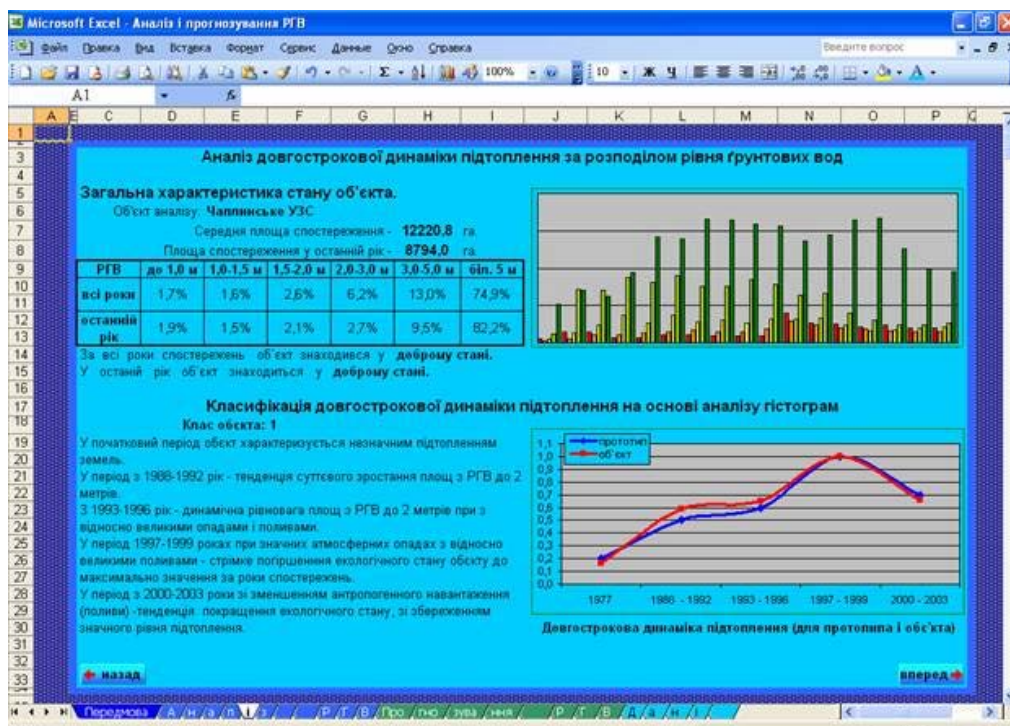


Рис. 7.16. Лист „і” блоку „Задачі (підсистема) аналізу багаторічної динаміки ґрунтових вод”

Також проводиться оцінка стану об’єкту. Показником для абсолютної екологічної якісної оцінки об’єктів є відсоткове відношення площ з рівнем ґрунтових вод до 2 метрів.

- 100% $\geq$ РГВ до 2 м > 50% – катастрофічний стан;
- 50% $\geq$ РГВ до 2 м > 20% – критичний стан;
- 20% $\geq$ РГВ до 2 м > 10% – задовільний стан;
- 10% $\geq$ РГВ до 2 м > 0% – добрий стан.

Визначається стан об’єкту за роки спостереження та стан об’єкту у останній рік.

Згідно розроблених наукових основ здійснюється класифікація та надається стислий опис динаміки підтоплення об’єкту проведення аналізу.

Принципи роботи у блоці „Задачі (підсистема) прогнозування рівня ґрунтових вод”

Після проведення аналізу багаторічної динаміки ґрунтових вод повертаємось до блоку „Передмова” та натискаємо стрілку „прогноз коливання рівня ґрунтових вод” завдяки чому переходимо до листа „Про”, який відносить до блоку „Задачі (підсистема) прогнозування рівня ґрунтових вод” (рис. 7.17). Прогноз здійснюється на основі аналізу

динаміки підтоплення та дозволяє визначити положення площ з рівнем ґрунтових вод для наступного року.

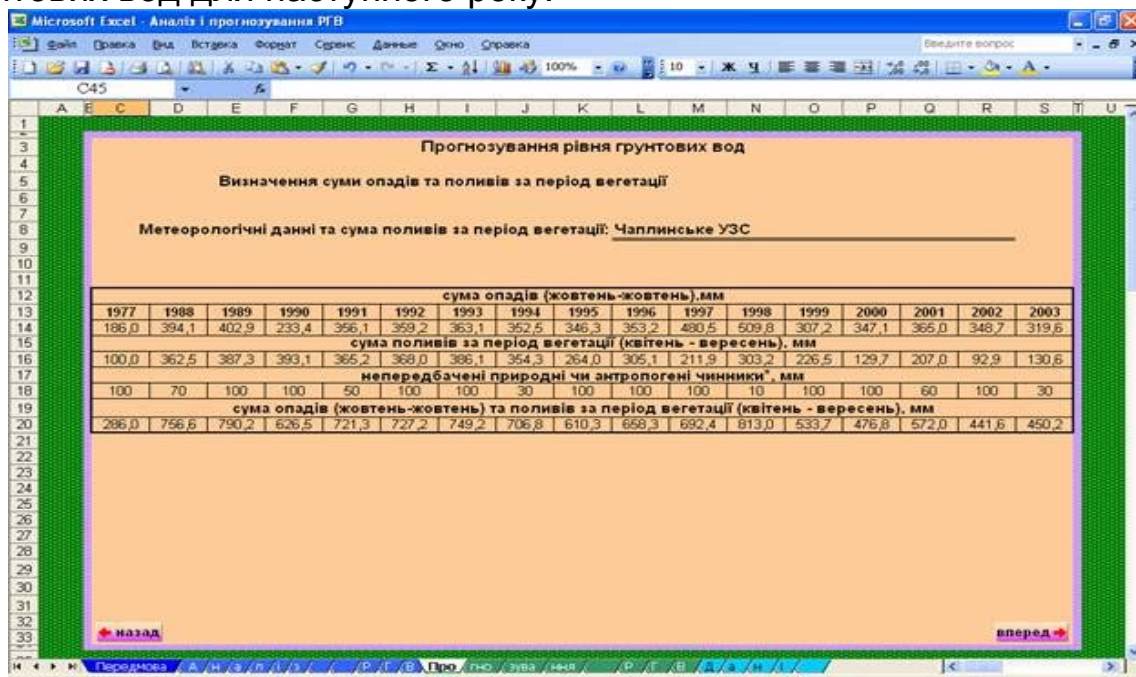


Рис. 7.17. Лист „Про” блоку „Задачі (підсистема) прогнозування рівня ґрунтових вод”

Для прогнозування використовуються: дані гідрогеолого-меліоративних експедицій по розподілу площ за рівнем ґрунтових вод; сума опадів (жовтень – жовтень), мм; сума поливів за період вегетації (квітень – вересень), мм. На основі цих даних на листі „гно” (рис. 7.18) будується графік суми опадів та поливів за роки спостережень та гістограма площ рівнів ґрунтових вод для досліджуємого об’єкту.

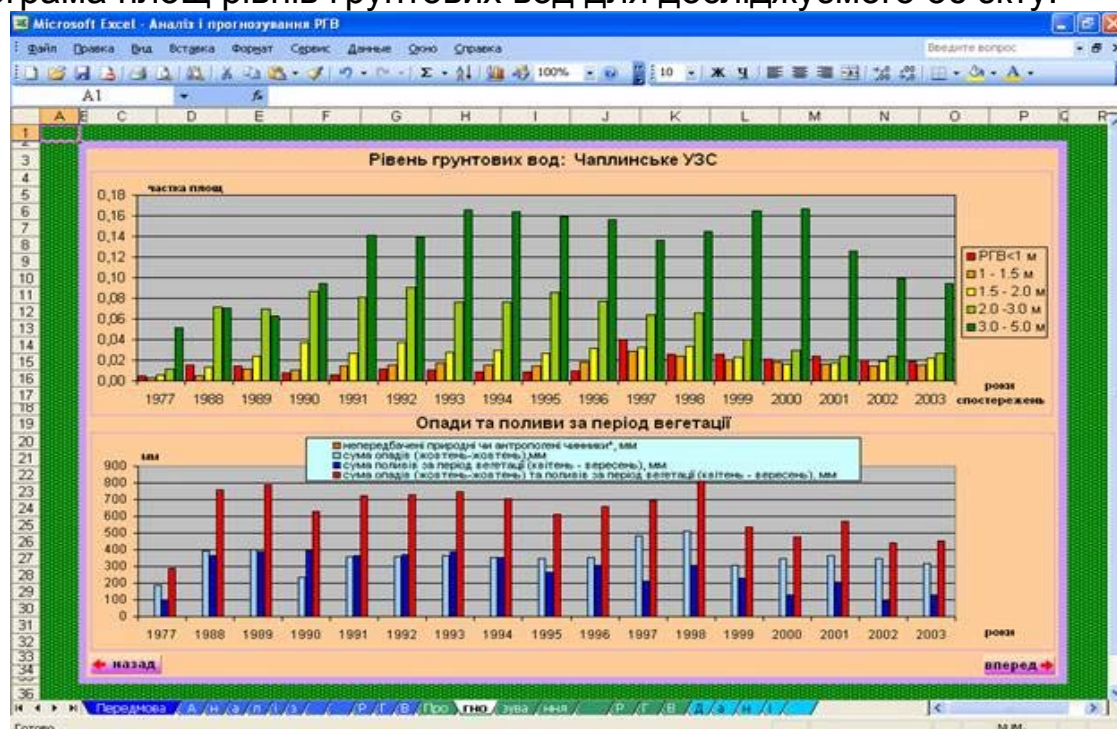


Рис. 7.18. Лист „гно” блоку „Задачі (підсистема) прогнозування рівня ґрунтових вод”

По гістограмі багаторічних спостережень на листі „зува” (рис. 7.19) виконується вибір найгіршого стану об’єкту для подальшого розрахунку, та визначається стан об’єкта у останній рік спостережень за наступною градацією:

4 стан,	якщо $1,0 > P_i/P_{\max} \geq 0,9$;
4-3 стан,	якщо $0,7 < P_i/P_{\max} < 0,9$;
3 стан,	якщо $0,6 < P_i/P_{\max} \leq 0,7$;
3-2 стан,	якщо $0,4 < P_i/P_{\max} < 0,6$;
2 стан,	якщо $0,3 < P_i/P_{\max} \leq 0,4$;
2-1 стан,	якщо $0,1 < P_i/P_{\max} < 0,3$;
1 стан,	якщо $0 < P_i/P_{\max} \leq 0,1$.

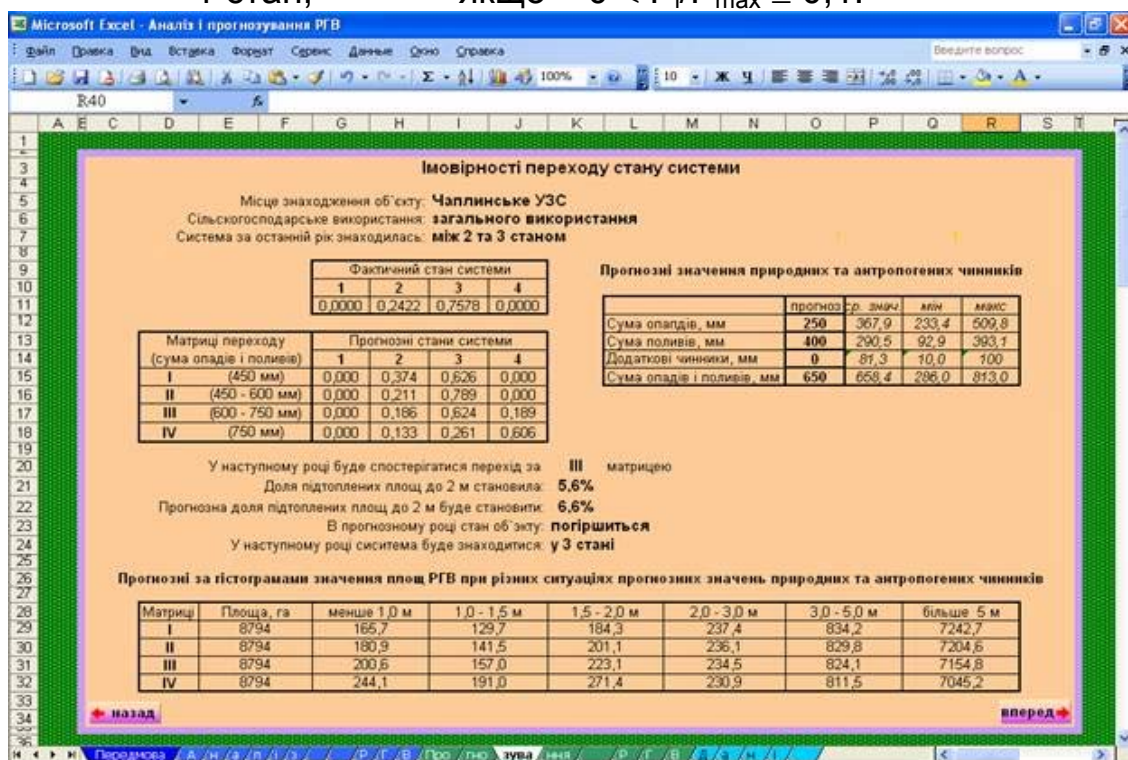


Рис. 7.19. Лист „зува” блоку „Задачі (підсистема) прогнозування рівня ґрунтових вод”

Визначається імовірність переходу стану системи, для чого потрібна уточнена характеристика об’єкта: землі загального використання, загального використання на дренажних системах, зрошувані землі, зрошувані землі на дренажних системах, богарні землі, богарні землі на дренажних системах.

Для прогнозу задаються сума опадів (мінімальна, середня багаторічна, максимальна) та сума поливів для прогнозованого року.

На основі суми опадів та поливів будується матриця ймовірностей переходу стану системи. На основі цього здійснюється прогноз ймовірностей станів на прогнозований рік.

На основі розрахунків на листі „ння” (рис. 7.20) будуються прогнозні гістограми для кожного стану на прогнозований рік.

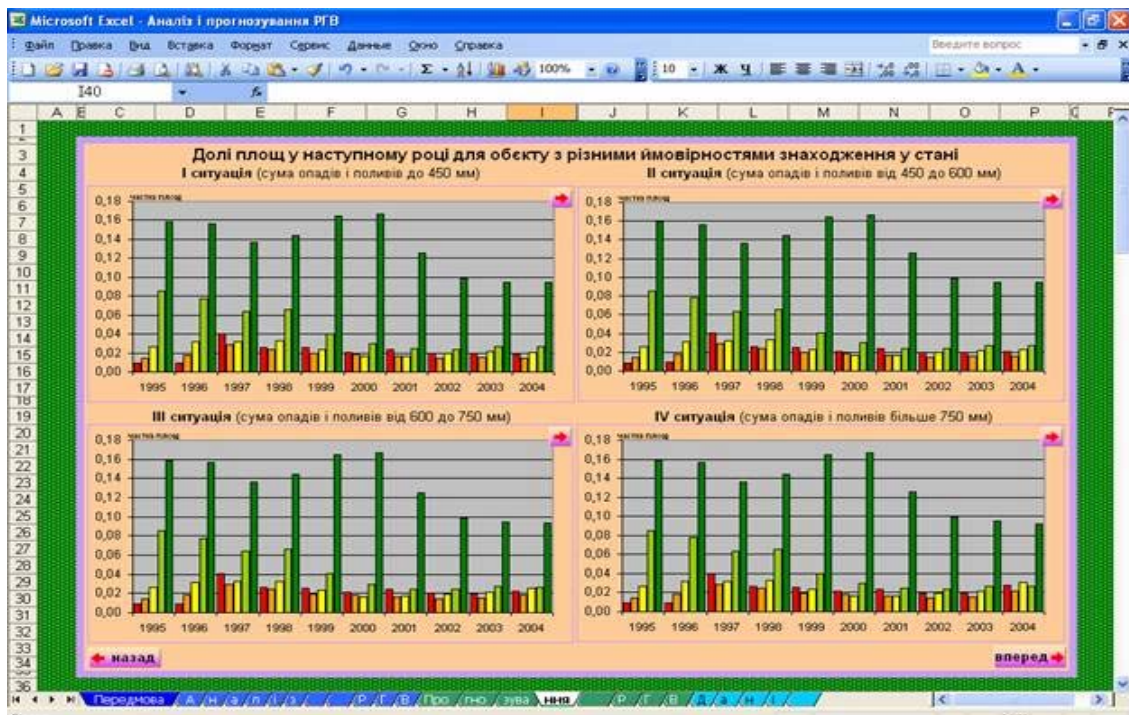


Рис. 7.20. Лист „ння” блоку „Задачі (підсистема) прогнозування рівня ґрунтових вод”

Принципи заповнення бази даних та використання бази знань

Для поповнення бази даних новими даними після проведення аналізу прогнозування рівня ґрунтових вод повертаємось до блоку „Передмова” та натискаємо стрілку „поповнення бази даних” завдяки чому переходимо до листа „Д”, який відносить до блоку „База даних і знань” (рис. 7.21).

База даних для аналізу та прогнозування багаторічної динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь розроблена для адміністративних районів Херсонської області і включає:

- багаторічні дані по атмосферних опадах за даними спостережень метеорологічних станцій;
- багаторічні первинні вхідні дані спостережень гідрогеолого-меліоративних експедицій за рівнем ґрунтових вод (на 01.04 та на 01.10 кожного року);
- багаторічні дані з водоподачі на окремі об’єкти за даними управлінь зрошуваних систем та облводгоспів.

База знань включає такі елементи:

- гістограми густини розподілу площ за рівнем ґрунтових вод в багаторічному розрізі по кожному об’єкту за даними гідрогеолого-меліоративної експедиції;
- типізацію об’єктів на основі вибору прототипів (найбільш імовірних, середніх зображень даного образу або класу) варіантів розвитку процесів довгострокової динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь та їх класифікація;

База даних

Район Херсонської області	Опади	Рівень ґрунтових вод		Водоподача
		01.04.	01.10.	
Бериславський район	дані	дані	дані	дані
Білозерський район	дані	дані	дані	дані
Великопетирський район	дані	дані	дані	дані
Великоолександрівський район	дані	дані	дані	дані
Верхньорогачицький район	дані	дані	дані	дані
Високопільський район	дані	дані	дані	дані
Генічеський район	дані	дані	дані	дані
Голопристанський район	дані	дані	дані	дані
Горностаївський район	дані	дані	дані	дані
Іванівський район	дані	дані	дані	дані
Каланчацький район	дані	дані	дані	дані
Каховський район	дані	дані	дані	дані
Нижньосірогородський район	дані	дані	дані	дані
Нова Каховка (міськрада)	дані	дані	дані	дані
Нововоронцовський район	дані	дані	дані	дані
Новотроїцький район	дані	дані	дані	дані
Скадовський район	дані	дані	дані	дані
Херсон (міськрада)	дані	дані	дані	дані
Цюрупинський район	дані	дані	дані	дані
Чаплинський район	дані	дані	дані	дані

Рис. 7.21. Лист „Д” блоку „База даних і знань”

- гістограми розподілу площ по рівню ґрунтових вод в багаторічному розрізі по кожному об’єкту за даними, інтегрованими за зонами ризику;
- ланцюги Маркова, що визначають стани об’єктів і використовуються для прогнозування стану системи на основі варіантів прогнозованих ситуацій середовища (суми атмосферних опадів і водоподачі).

Заключення

Проведена за допомогою „Системи аналізу довгострокової динаміки та прогнозування процесів підтоплення сільськогосподарських угідь (для умов півдня України)” системна оцінка і класифікація об’єктів за типами динамічних властивостей та виконані прогнозні розрахунки дозволяють здійснити екологічний аудит об’єктів, визначити такий порядок використання меліорованих земель, що забезпечить екологічну стабільність цих об’єктів.

Використання „Системи аналізу довгострокової динаміки та прогнозування процесів підтоплення сільськогосподарських угідь (для умов півдня України)” в системі еколого-меліоративного моніторингу дозволить на кожному з об’єктів визначити проведення необхідних меліоративних робіт, зокрема, наприклад, на Каховській зрошувальній системі потрібно продовжити локальне будівництво дренажу на окремих підтоплених територіях, підсилити окремі дренажні системи додатковими дренами, облаштувати територію масиву самопливною системою головних каналів-колекторів відкритого типу, дотримуватись ощадливих режимів зрошення земель та ін.

8. МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОЕКТІВ ВОДОПОСТАЧАННЯ

8.1. Гідравлічні розрахунки зовнішньої водопровідної мережі

8.1.1. Постановка задачі

Задачею гідравлічного розрахунку водонапірної мережі є визначення діаметру труб магістральної та розподільної мережі, втрат напору, швидкості на ділянках мережі, а також вільних напорів у вузлах.

Результати розрахунку втрат напору в мережі потрібні для визначення повного напору насосів, що подають воду до мережі, а також для визначення висоти стовбура водонапірної башти.

Водопровідну мережу слід розглядати як частину загального комплексу споруд (НС - водовід - мережа - напірно-регулюючі споруди).

Для проведення гідравлічних розрахунків, у першу чергу, слід виконати підготовчі операції:

- Визначити розрахункові випадки роботи мережі.
- Підготувати схеми системи подачі й розподілу води для розрахункових випадків.
- Указати на схемах зосереджені, вузлові відбори (витрати) і точки можливих пожежних витрат.
- Визначити довжини розрахункових ділянок мережі.
- Орієнтовно намітити розподіл потоку на ділянках (лініях) кільцевої мережі, виконуючи умову, що приток води до вузла дорівнює її відтоку.
- За техніко-економічними розрахунками вибрати матеріал і діаметри труб.

8.1.2. Підготовка вихідних даних

Розрахункові схеми для всіх випадків кресляться на окремих аркушах, де наносяться водоживлювачі (насосна станція, напірно-регулюючі споруди), нумерація вузлів і кілець.

Вузли - точки подачі й розбору води, перетин ліній трубопроводів, позначаються арабськими цифрами. Нумерувати вузли необхідно послідовно, від насосної станції по зовнішньому контуру за годинною стрілкою. Внутрішні вузли нумеруються довільно.

Ділянка - частина трубопроводу, обмеженого сусідніми вузлами мережі. На схемі нанести довжини ділянок мережі.

Кільце - замкнутий контур, утворений декількома ділянками трубопроводів. Кількість кілець приймається, виходячи з габаритів населеного пункту після узгодження з викладачем. Номера кілець записуються довільно арабськими цифрами в середині кілець.

8.1.3. Підготовка і введення вихідних даних

Вхідні дані для кожного розрахункового випадку готуються наступним чином:

- задається допустиме неув'язування (рекомендується $< 0,5$ м; при замовчуванні приймається рівною 10^{-3});
- вводиться загальна характеристика мережі, де відображаються коди кілець і ділянок, їх довжини, коди діаметрів, напрямки потоку й втрати води.

У графі "Ділянка" обхід кілець проводиться за годинною стрілкою. Якщо при обході контуру кільця за годинною стрілкою напрямки прийнятого в розрахунковій схемі потоку співпадає, годі в графу "Напрямок" записується символ "+", якщо напрямки потоку не співпадає - символ "-". Кінець вводу завершується кодом 999 в графі "Кільце".

8.1.4. Довідкова інформація

Для виконання гідравлічних розрахунків створена довідкова інформація вибору типу і матеріалу труб, питомого опору, а також коефіцієнта m .

8.1.5. Параметри кільцевих мереж, охоплені програмою RVS-1

1. Матеріал труб - азбестоцемент, чавун, сталь.
2. Максимальна кількість стандартних діаметрів труб - 69.
3. Максимальна кількість ділянок мережі - не обмежено.
4. Максимальна кількість кілець - не обмежена.
5. Допустима неув'язка в кільці - не більше 0,5 м.
6. Мінімальна кількість ділянок у кільці - 3.
7. Розмірність витрат води прийнята в л/с, довжини ділянки трубопроводу - в метрах.

8.1.6. Інструкція до програми RVS-1

Програма RVS-1 складена в системі Mathcad і дозволяє розв'язати задачу гідравлічних розрахунків кільцевої водопровідної мережі.

Для звернення до програми необхідно виконати наступні дії:

1. До графі "Кільце" по чергово арабськими цифрами заносяться номери кілець, а до граф, які характеризують ділянки трубопроводів, заносяться коди ділянок, довжини, коди діаметрів (із довідника), напрямки потоку й втрати на ділянці. Напрямок потоку за годинною стрілкою позначається символом "+", проти годинної стрілки - "-". Введення вихідних даних завершити цифрою 999 у кінці графі "Кільце".

2. Програма виконує перевірку введення суміжних ділянок, результати якої відображаються в таблиці "Суміжні ділянки".
3. Після виконання умови про допустиме неув'язування $\Delta h < \Delta h_{\text{доп}}$ результати гідравлічного розрахунку кільцевої водопровідної мережі виводяться на екран



RVS - 1

Документ Mathcad 2001

Гідравлічні розрахунки зовнішньої водопровідної мережі

Допустиме неув'язування:

$$\varepsilon := 10^{-3}$$

Характеристика кілець



Укажіть режим транспортування води
Максимальний господарський ▼

Початок

Таблиця1-Вхідні дані

Кільце	Ділянка трубопроводу				
	Код	Довжина, м	Код діаметру	Напрямок (+ або -)	Витрата, л/с
1	1	250	1	+	3,60
	2	300	1	+	1,00
	3	350	1	+	0,30
	4	250	1	-	0,30
	5	350	1	-	1,30
	6	300	1	-	2,00
2	7	500	1	+	1,50
	8	500	1	+	0,50
	9	350	1	+	0,10
	3	350	1	-	0,30
	2	300	1	-	1,00
3	9	350	1	-	0,10
	10	300	1	-	0,80
	11	450	1	-	1,50
	12	150	1	+	2,80
	13	550	1	+	0,80
4	14	550	1	+	0,70
	15	300	1	-	0,10
	4	250	1	+	0,30
	13	550	1	-	0,80
999					

Суміжні ділянки:

Код	Довжина, м	Код діаметра	Напрямок (+ або -)	Витрата, л/с

Довідник кодів діаметрів ділянок

Матеріал	Діаметр	Питомий опір	Коефіцієнт перерізу	Код діаметру
Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	187,70000	0,12700	1
	150	31,55000	0,06370	2
	200	6,89800	0,03340	3
	250	2,22700	0,02160	4
	300	0,91400	0,01630	5
	400	0,21710	0,00940	6
	500	0,07130	0,00611	7
Асб. ВТ-12	100	187,70000	0,13800	8
	150	31,55000	0,07000	9
	200	6,89800	0,03900	10
	250	2,22700	0,02460	11
	300	0,91400	0,01750	12
	400	0,21710	0,01030	13
	500	0,07130	0,00654	14
Чугунные(новые)	100	276,10000	0,13100	15
	125	83,61000	0,08280	16
	150	34,03000	0,05740	17
	200	7,39900	0,03210	18
	250	2,29300	0,02070	19
	300	0,83500	0,01410	20
	400	0,20850	0,00798	21
	500	0,06479	0,00509	22
Чугунные(неновые)	100	311,70000	0,13100	23
	125	96,72000	0,08280	24
	150	37,11000	0,05740	25
	200	8,03200	0,03210	26
	250	2,52800	0,02070	27
	300	0,94850	0,01410	28
	400	0,21890	0,00798	29
	500	0,06778	0,00509	30
Ст.вгп (новые)	100	119,80000	0,11500	31
	125	58,88000	0,07540	32
	150	22,04000	0,05000	33
Ст.вгп (неновые)	100	172,90000	0,11500	34
	125	76,36000	0,07540	35
	150	50,63000	0,05000	36
Ст.эсв (новые)	200	5,14900	0,03250	37
	250	1,65300	0,02000	38
	300	0,66190	0,01370	39
	400	0,14830	0,00772	40
	500	0,04692	0,00492	41
Ст.эсв (неновые)	200	6,95900	0,03250	42
	250	2,18700	0,02000	43
	300	0,84660	0,01370	44
	400	0,18590	0,00772	45
	500	0,05784	0,00492	46

Результат гідравлічного розрахунку кільцевої водопровідної мережі.

Режим роботи:

Максимальний господарський

Кільце		Ділянка							$v_{доп} = 1,1$	
№	неув'язування	код	довжина, м	матеріал	діаметр, мм	витрата, л/с	напрямок	втрата напорів, м	швидкість, м/с	
1	0,0005	1	250	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	3,17	+	0,47	0,40	
		2	300	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	1,11	+	0,07	0,14	
		3	350	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,41	+	0,01	0,05	
		4	250	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,66	-	0,02	0,08	
		5	350	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	1,73	-	0,20	0,22	
		6	300	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	2,43	-	0,33	0,31	
2	0,0001	7	500	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,96	+	0,09	0,12	
		8	500	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,04	-	0,00	0,00	
		9	350	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,32	-	0,01	0,04	
		3	350	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,41	-	0,01	0,05	
		2	300	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	1,11	-	0,07	0,14	
3	0,0007	9	350	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,32	+	0,01	0,04	
		10	300	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,92	-	0,05	0,12	
		11	450	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	1,62	-	0,22	0,21	
		12	150	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	2,68	+	0,20	0,34	
		13	550	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,76	+	0,06	0,10	
4	0,0002	14	550	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,63	+	0,04	0,08	
		15	300	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,17	-	0,00	0,02	
		4	250	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,66	+	0,02	0,08	
		13	550	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,76	-	0,06	0,10	

Кількість циклів

7

8.2. Розробка системи автоматизованого проектування водопроводів населених пунктів

8.2.1. Структурно-логічна блок-схема САПР

Одним з напрямків науково-технічного прогресу є автоматизація проектування, що нерозривно пов'язана з упровадженням систем автоматизованого проектування (САПР). Використання САПР дозволяє знизити вартість і скоротити терміни проектування при поліпшенні якості проектних рішень.

Реалізація функцій, зв'язаних з автоматизованим проектуванням, виконується на ЕОМ і взаємозалежній сукупності методичного, програмного, лінгвістичного та інформаційного забезпечення.

Удосконалювання систем подачі і розподіли води, рішення складних задач гідравлічного розрахунку кільцевих водогінних мереж нерозривно зв'язано з прогресом обчислювальної техніки і її практичним застосуванням. Якщо врахувати, що такі розрахунки дуже трудомісткі і містять у собі безліч ручних операцій з розрахунку й аналізу результатів, то стає ясным, що виконати подібну роботу без використання сучасних систем (таких як Mathcad і Excel) і персональних комп'ютерів практично неможливо.

На базі IBM сумісних ПК розроблена скорочена САПР систем водопостачання для сільських населених пунктів, що складається з автоматизованих робочих місць (АРМ) і включає основні етапи проектування (рис.8.1): розрахунок водоспоживання, гідравлічний розрахунок кільцевих водогінних мереж і водоводів, проектування напірно-регулюючих споруд. Система проектування дуже проста, для її використання не потрібна спеціальна підготовка користувача вона працює в діалоговому режимі.

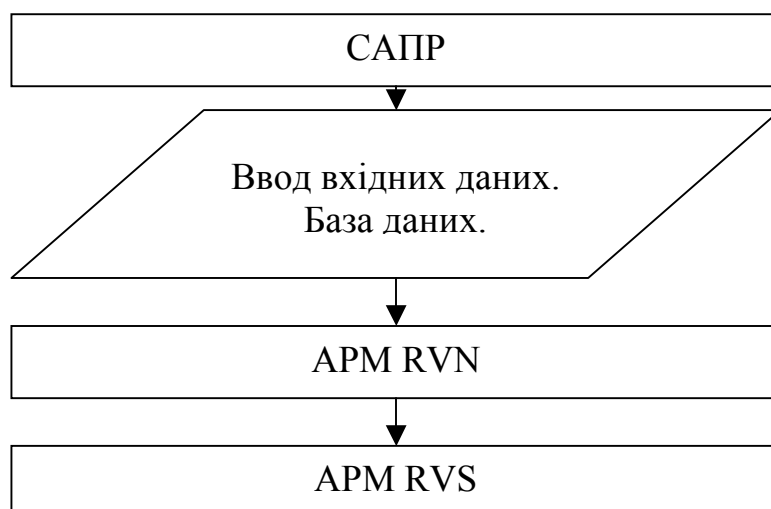


Рис. 8.1. Структурно-логічна блок-схема

8.2.2. База даних

Для ефективної роботи системи проектування складена база даних (БД), що включає норми водоспоживання, режими витрати води споживачами різних категорій за годинами доби, інформацію про труби (азбестоцементні, сталеві, чавунні), про їхню гідравлічну і геометричну характеристики, розміри типових водонапірних башт.

БД являє собою набір файлів з довідковою і текстовою інформацією (інструкції до програм). Вхід у базу даних можливий у діалоговому режимі. При необхідності можливо її розширення для поповнення інформації про труби і типові проекти напірно-регулюючих споруджень.

8.2.3. Алгоритм задавання інформації про конфігурацію кільцевої водопровідної мережі та визначення попередньої витрати води на її ділянках

Перше питання, що виникає під час розв'язування задач, пов'язаних із гідравлічними розрахунками водопровідної мережі, це питання про зручність задавання для ПЕОМ інформації про конфігурацію мережі й визначення початкових витрат на всіх ділянках мережі. Способи задавання такої інформації повинні бути гнучкими і задовольняти вимоги: за формою інформація повинна бути компактною, за змістом – зручною для реалізації алгоритму розв'язку задачі. Але під час складання алгоритмів і програм для проектування водопровідної мережі ці вимоги знаходяться у протиріччі. У такому випадку задача зводиться до вибору оптимального способу задавання інформації про конфігурацію й розподіл потоків у мережі.

Відомий ряд способів задавання інформації про конфігурацію мережі: матриця сполучень, матриця вершин, матриця контурів, побудова "дерева". Матриця сполучень проста у формуванні, але використовувати її при розрахунках на ЕОМ недоцільно. Вона займає дуже багато місця у випадку проектування мережі великого населеного пункту і при ув'язуванні мережі потрібно задавати данні про незалежні контури. Матриця вершин, будучи менш наочною порівняно з матрицею сполучень, по суті є її модифікацією, займає менше місця в пам'яті ЕОМ і несе ту ж інформацію. Контурна матриця віддзеркалює інформацію про ділянки мережі в кожному незалежному контурі. Її недоліком є те, що при розгляді мережі з великою кількістю ділянок і вузлів більшість елементів рівнятиметься нулю.

Порівняно з розглянутими способами спосіб побудови "дерева" мережі є одним з найбільш зручних і компактних що до використання ЕОМ для розв'язання широкого кола задач гідравлічного розрахунку мереж. Але він недостатньо гнучкий, тому що за зміни умови розв'язуваних задач або за незначною зміни конфігурації мережі

доводиться міняти побудову дерева й нумерацію вузлів слід повторювати спочатку.

При гідравлічному ув'язуванні мережі, коли конфігурація й діаметри всіх ділянок вважаються відомими і потрібно визначити дійсні витрати води на всіх ділянках, використовуючи перший і другий закони Кірхгофа, слід мати початковий значення витрат. Це пов'язано з нелінійністю рівнянь, які розв'язуються ітераційними методами, коли за допомогою тих чи інших співвідношень переходять від одного кроку послідовних наближень до іншого.

Нами розроблено алгоритм і програму гідравлічного розрахунку кільцевої водопровідної мережі (RVS), де комплексно реалізовано способи формування конфігурації мережі і початкового розподілу витрат на її ділянках. Побудова контурної матриці мережі за незалежними кільцями і введення спеціальної нумерації вузлів зручна не тільки компактністю задавання інформації для ЕОМ, але й тим, що вони дозволяють реалізувати автоматизоване обчислення початкових витрат на всіх ділянках мережі, окрім незалежних ліній (витрати води у водопроводах задаються додатково).

8.2.4. Розрахунок водогінної мережі методом Лобачова-Кросса

Висока алгоритмічна надійність, тобто гарантоване одержання правильного результату при будь-яких числових значеннях вихідних даних, значеннях параметрів у заданих діапазонах варіювання і для будь-яких видів функціональних залежностей в задачах даного класу.

Забезпечується розумне співвідношення "точність-час" з урахуванням того, що незначне погіршення точності моделювання може істотно зменшити час моделювання.

У практиці проектування і розрахунків водогінних мереж найбільш розповсюджений метод Лобачова-Кросса. Будучи зручним для ручних розрахунків, він зберіг своє значення і при використанні ЕОМ завдяки простоті й однаковості розрахункових формул. Останнім часом запропоновано ряд його модифікацій. У більшості наявних програм реалізована та чи інша модифікація методу Лобачова-Кросса.

Метод Лобачова-Кросса є ітераційним методом. Це значить, що, задаючись початковим наближенням і повторюючи багаторазово процес рахунка за ітераційними формулами, можна одержати рішення задачі з будь-якою заданою точністю.

8.2.5. Алгоритми апроксимації залежності між розрахунковими параметрами

При розгляді технічних проблем, що виникають у процесі проектування нових і експлуатації існуючих систем водопостачання, розв'язуються задачі загальної обчислювальної математики.

У програмному комплексі RVN для визначення режиму подачі води насосною станцією використано метод лінійного програмування по формулі $y=a_0+a_1x$ і визначення оптимального часу її роботи, а також година максимального водоспоживання населеним пунктом.

8.2.6. Програмне забезпечення

Крім системного програмного забезпечення (операційна система) створено програмне забезпечення САПР, що містить у собі загальні системні засоби діалогу і два програмних комплекси.

У програмне забезпечення входять тексти програм і документи для їхньої експлуатації (інструкції для користувача, текстові програми і т.і.).

Основні вимоги щодо програмного забезпечення:

- гнучка організація (модульна побудова, взаємозамінність модулів і т.і.), що допускає можливість побудови різних конфігурацій програмних систем і їхнє розширення;
- гарне сервісне забезпечення (можливість діагностики помилок роботи в режимі діалогу, з поділом часу);
- висока якість текстів програм (структурованість, швидкодія, ефективне використання пам'яті).

8.2.7. Автоматизоване робоче місце проектувальника RVN

Програмний блок RVN призначений для визначення розрахункових витрат і режимів водоспоживання, є підготовчим етапом для проектування мережі й основних споруд, складений у середовищі MathCAD і дозволяє вирішувати наступні задачі:

1. Вибір водоспоживачів населеного пункту.
2. Розрахунок добового споживання води.
3. Обчислення розподілу добового споживання за годинами.
4. Побудова добового графіка водоспоживання.
5. Визначення режиму роботи насосної станції.
6. Побудова інтегрального графіка водоспоживання.
7. Визначення регулюючого об'єму водонапірної башти.

8.2.8. Підготовка і введення вихідних даних

Вихідні дані представлені за правилами:

1. Вибір водоспоживачів населеного пункту.
 - Населення.
 - Суспільні будинки.
 - Промислові підприємства.
 - Сільськогосподарські машини.
 - Душові сітки.

- Тваринницький сектор.
 - Полив зелених насаджень.
2. Розрахунок добового споживання води.
- введення по кожному з обраних водоспоживачів значень:
 - Норму водоспоживання.
 - Кількість водоспоживачів.
 - Максимальний коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання $K_{\max}^H$.
3. Задавання часу роботи водоспоживачів:
- початок роботи;
 - кінець роботи.
4. Введення часу, відведеного під полив:
- кількість годин;
 - час поливу.

8.2.9. Довідкова інформація

Для розрахунку водоспоживання населеного пункту створена довідкова інформація, що містить:

- довідник для вибору необхідних водоспоживачів (якщо водоспоживач відсутній у довідниках, то варто додати інформацію про нього);
- довідник добового режиму водоспоживання;
- довідник значень $\beta_{\max}$;
- довідник розрахункової витрати води на зовнішнє пожежегасіння;
- довідник баків водонапірних башт.

8.2.10. Формування вихідних документів

При виконанні розрахунку водоспоживання населеного пункту на екран виводяться результати в наступному порядку:

- розрахунок добового споживання води:
 1. Найменування сектору.
 2. Найменування водоспоживачів.
 3. Одиниці виміру.
 4. Кількість водоспоживачів.
 5. Добові норми водоспоживання.
 6. Коефіцієнт добової нерівномірності $K_{\max}^H$.
 7. Добові витрати.
- обчислення розподілу добового споживання погодинно:
 1. Найменування водоспоживачів.
 2. Розмірність.
 3. Розподілу добового споживання по годинник.
- обчислення витрат у годину максимального водоспоживання:

1. Найменування водоспоживачів.
 2. Розрахункові витрати в м³/годину, а також у л/с.
- побудова добового графіка водоспоживання;
 - визначення режиму роботи насосної станції;
 - побудова інтегрального графіка водоспоживання;
 - визначення регулюючого обсягу водонапірної башти;
 - визначення повного обсягу водонапірної башти.



Документ Mathcad 2001

Расчет водопотребления населенного пункта

Таблицы выбора водопотребителей (инструкция)

☐ Население
☐ Общественные здания
☐ Промышленные предприятия
☐ Сельскохозяйственные машины
☐ Душевые сетки
☐ Животноводческий сектор
☐ Поливка
☐ Распределение воды по часам
☐ Коэффициент b_max
☐ Программа выбора

Первоначальный ввод исходных данных (инструкция)

Сохранение таблиц	☐ Обнуление
	☒ Сохранение



Выбранные водопотребители (заполните желтые ячейки)

Наименование сектора	Наименование водопотребителей	Единицы измерения	Водопотребление на 1 единицу	Принятая норма	Количество	К _{max} ^{уд}
Население	Застройка зданиями, оборудованные	человек	160 - 230	200,0	500	1,3
	Здания необорудованные	человек	30 - 50	50,0	1000	1,3
С-х машины	Мойка и заправка тракторов, комбайнов	1 трактор	200 - 250	250,0	72	1,1
	Мойка и заправка легковых автомобилей	1 автомоби	300 - 300	300,0	80	1,1
Животноводство	Коровы молочные	голова	100 - 100	100,0	888	1,3
	Молодняк КРС в возрасте до 2 лет	голова	30 - 30	30,0	1000	1,3
	Лошади рабочие, верховые, рысистые и	голова	60 - 60	60,0	42	1,3
	Хряки-производители, матки взрослые	голова	25 - 25	25,0	58	1,3
	Свиноматки с поросятами	голова	60 - 60	60,0	700	1,3
	Свиноматки супоросные, холостые	голова	25 - 25	25,0	360	1,3
	Молодняк свиней старше 4 месяцев и	голова	15 - 15	15,0	4500	1,3
Поливка	Поливка городских зеленых насаждений	1 поливка	3 - 4	4,0	22600	1,1

Суточные нормы и расходы воды

Наименование сектора	Наименование водопотребителей	Единицы измерения	Количество	Суточные нормы водопотребления, л	$K_{\max}^{\text{уд}}$	Суточные расходы, л
Население	Застройка зданиями, оборудованные ваннами	человек	500	200,0	1,3	130,00
	Здания необорудованные	человек	1000	50,0	1,3	65,00
С-х машины	Мойка и заправка тракторов, комбайнов	1 трактор	72	250,0	1,1	19,80
	Мойка и заправка легковых автомобилей	1 автомобиль	80	300,0	1,1	26,40
Животноводство	Коровы молочные	голова	888	100,0	1,3	115,44
	Молодняк КРС в возрасте до 2 лет	голова	1000	30,0	1,3	39,00
	Лошади рабочие, верховые, рысистые и	голова	42	60,0	1,3	3,28
	Хряки-производители, матки взрослые	голова	58	25,0	1,3	1,89
	Свиноматки с поросятами	голова	700	60,0	1,3	54,60
	Свиноматки супоросные, холостые	голова	360	25,0	1,3	11,70
	Молодняк свиней старше 4 месяцев и свиньи	голова	4500	15,0	1,3	87,75
Поливка	Поливка городских зеленых насаждений	1 поливка	22600	4,0	1,1	99,44
Всего:						654,29



Укажите время работы указанных водопотребителей (заполните желтые клетки)

Наименование сектора	Наименование водопотребителя	Время		Время	
		от	до	от	до
С-х машины	Мойка и заправка тракторов, комбайнов	7	8	19	21
С-х машины	Мойка и заправка легковых автомобилей	7	8	19	21
Животноводство	Лошади рабочие, верховые, рысистые и некормящие матки	6	7	18	19



Укажите значение $\alpha_{\max}$ (1.2...1.4)

$\alpha := 1.2$



Укажите количество часов отведенных под полив

$N := 6$



Укажите время полива (зеленый цвет)

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
				*	*	*													*	*	*		
☐	☐	☐	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☒	☐	☐

Распределение суточного потребления по часам в кубометрах и проц

Водопопребители	Размерность	Часы суток																	
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Застройка здания	м ³	0,8	0,7	0,7	0,7	0,5	2,6	10,4	14,3	14,3	9,8	3,3	6,5	10,4	6,5	2,6	2,6	3,9	3,9
	%	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	2,0	8,0	11,0	11,0	7,5	2,5	5,0	8,0	5,0	2,0	2,0	3,0	3,0
Здания необоруд.	м ³	0,4	0,4	0,8	1,3	2,3	2,3	2,9	6,6	5,7	4,2	2,7	2,7	2,3	2,3	3,1	4,0	6,8	6,1
	%	0,6	0,6	1,2	2,0	3,5	3,5	4,5	10,2	8,8	6,5	4,1	4,1	3,5	3,5	4,7	6,2	10,4	9,4
Мойка и заправка	м ³								6,6										
	%								33,3										
Мойка и заправка	м ³								8,8										
	%								33,3										
Коровы молочные	м ³	0,6	1,2	0,6	0,6	2,5	2,5	5,4	5,4	11,8	6,2	8,3	7,0	4,8	10,5	7,6	2,3	4,8	4,2
	%	0,5	1,0	0,5	0,5	2,2	2,2	4,7	4,7	10,2	5,4	7,2	6,1	4,2	9,1	6,6	2,0	4,2	3,6
Молодняк КРС в	м ³	0,2	0,4	0,2	0,2	0,9	0,9	1,8	1,8	4,0	2,1	2,8	2,4	1,6	3,5	2,6	0,8	1,6	1,4
	%	0,5	1,0	0,5	0,5	2,2	2,2	4,7	4,7	10,2	5,4	7,2	6,1	4,2	9,1	6,6	2,0	4,2	3,6
Лошади рабочие	м ³							1,6											
	%							50,0											
Хряки-производители	м ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	%	0,9	0,5	0,5	0,5	10,2	9,5	6,5	3,2	3,2	2,0	3,3	3,3	7,4	5,3	3,4	3,4	5,2	6,9
Свиноматки с поро	м ³	0,5	0,3	0,3	0,3	5,6	5,2	3,5	1,7	1,7	1,1	1,8	1,8	4,0	2,9	1,9	1,9	2,8	3,8
	%	0,9	0,5	0,5	0,5	10,2	9,5	6,5	3,2	3,2	2,0	3,3	3,3	7,4	5,3	3,4	3,4	5,2	6,9
Свиноматки супор	м ³	0,1	0,1	0,1	0,1	1,2	1,1	0,8	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,9	0,6	0,4	0,4	0,6	0,8
	%	0,9	0,5	0,5	0,5	10,2	9,5	6,5	3,2	3,2	2,0	3,3	3,3	7,4	5,3	3,4	3,4	5,2	6,9
Молодняк свиней	м ³	0,8	0,4	0,4	0,4	9,0	8,3	5,7	2,8	2,8	1,8	2,9	2,9	6,5	4,7	3,0	3,0	4,6	6,1
	%	0,9	0,5	0,5	0,5	10,2	9,5	6,5	3,2	3,2	2,0	3,3	3,3	7,4	5,3	3,4	3,4	5,2	6,9
Итого	м ³	3,3	3,4	3,0	3,5	22,1	23,1	32,4	48,6	40,8	25,4	22,2	23,7	30,7	31,1	21,1	15,0	25,3	26,3
	%																		
Поливка	м ³					16,6	16,6	16,6											
	%					16,7	16,7	16,7											
Итого по часам	м ³	3,3	3,4	3,0	3,5	38,7	39,7	48,9	48,6	40,8	25,4	22,2	23,7	30,7	31,1	21,1	15,0	25,3	26,3
	%	0,5	0,5	0,5	0,5	5,9	6,1	7,5	7,4	6,2	3,9	3,4	3,6	4,7	4,8	3,2	2,3	3,9	4,0
Итого по возр.	м ³	3,3	6,7	9,7	13,2	51,9	91,5	140,5	189,0	229,8	255,2	277,4	301,1	331,8	362,9	384,1	399,1	424,3	450,7
	%	0,5	1,0	1,5	2,0	7,9	14,0	21,5	28,9	35,1	39,0	42,4	46,0	50,7	55,5	58,7	61,0	64,9	68,9



Расчетные расходы за час максимального водопотребления

19-20 час

Наименование водопотребителей	Расчетные расходы	
	м ³ /ч	л/с
Застройка зданиями, оборудованные ваннами и местными водонагревателями	15,60	4,33
Здания необорудованные	1,04	0,29
Мойка и заправка тракторов, комбайнов	6,59	1,83
Мойка и заправка легковых автомобилей	8,79	2,44
Коровы молочные	8,31	2,31
Молодняк КРС в возрасте до 2 лет	2,81	0,78
Хряки-производители, матки взрослые	0,14	0,04
Свиноматки с поросятами	4,04	1,12
Свиноматки супоросные, холостые	0,87	0,24
Молодняк свиней старше 4 месяцев и свины на откорме	6,49	1,80
Всего:	54,68	15,18

Расход воды по часам суток

Время суток, ч	Расход воды, м ³
0 - 1	3,35
1 - 2	3,36
2 - 3	2,98
3 - 4	3,50
4 - 5	38,67
5 - 6	39,66
6 - 7	48,93
7 - 8	48,56
8 - 9	40,76
9 - 10	25,43
10 - 11	22,18
11 - 12	23,73
12 - 13	30,70
13 - 14	31,09
14 - 15	21,15
15 - 16	15,02
16 - 17	25,26
17 - 18	26,33
18 - 19	48,99
19 - 20	54,68
20 - 21	45,80
21 - 22	27,65
22 - 23	21,53
23 - 24	4,95

Общий расход воды, м³:

$$Q_{\text{сут}} := \sum q$$

$$q_{\text{час.ср}} := \frac{Q_{\text{сут}}}{24}$$

$$k_{\text{час.max}} := \frac{\max(q)}{q_{\text{час.ср}}}$$

$$k_{\text{час.min}} := \frac{\min(q)}{q_{\text{час.ср}}}$$

$$Q_{\text{сут}} = 654.291$$

$$q_{\text{час.ср}} = 27.26$$

$$k_{\text{час.max}} = 2.006$$

$$k_{\text{час.min}} = 0.109$$

Расход воды по часам суток в процентах:

$$p_k := 100 \cdot \frac{q_k}{Q_{\text{сут}}}$$

Расход воды в нарастающем порядке, м³:

$$q_{c_k} := \sum_{i=1}^k q_i$$

Расход воды в нарастающем порядке в % :

$$p_{c_k} := \sum_{i=1}^k p_i \quad p_{cd} := \text{stack}(0, p_c)$$

Определение параметров режима
работы насосной станции

$$\begin{pmatrix} b \\ k \end{pmatrix} := \text{medfit}(t_{\text{нач}}, p_{\text{cd}})$$

$$k = 5.169 \quad b = -17.777$$

Режим подачи воды насосной станции

$$q_r(t) := k \cdot t + b$$

Определение времени
работы насосной станции:

$$t := 1 \quad \text{Given} \quad q_r(t) = 0 \quad T_{\text{нач}} := \text{Find}(t) \quad T_{\text{нач}} = 3.439$$

$$t := 1 \quad \text{Given} \quad q_r(t) = 100 \quad T_{\text{кон}} := \text{Find}(t) \quad T_{\text{кон}} = 22.784$$

Время работы насосной станции :

$$T := T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}$$

$$T = 19.345$$

$$Q_{\text{нс}} := \frac{100}{T}$$

$$Q_{\text{нс}} = 5.17$$

$$q_{\text{нс}} := \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot 3.6}$$

$$q_{\text{нс}} = 9.395$$

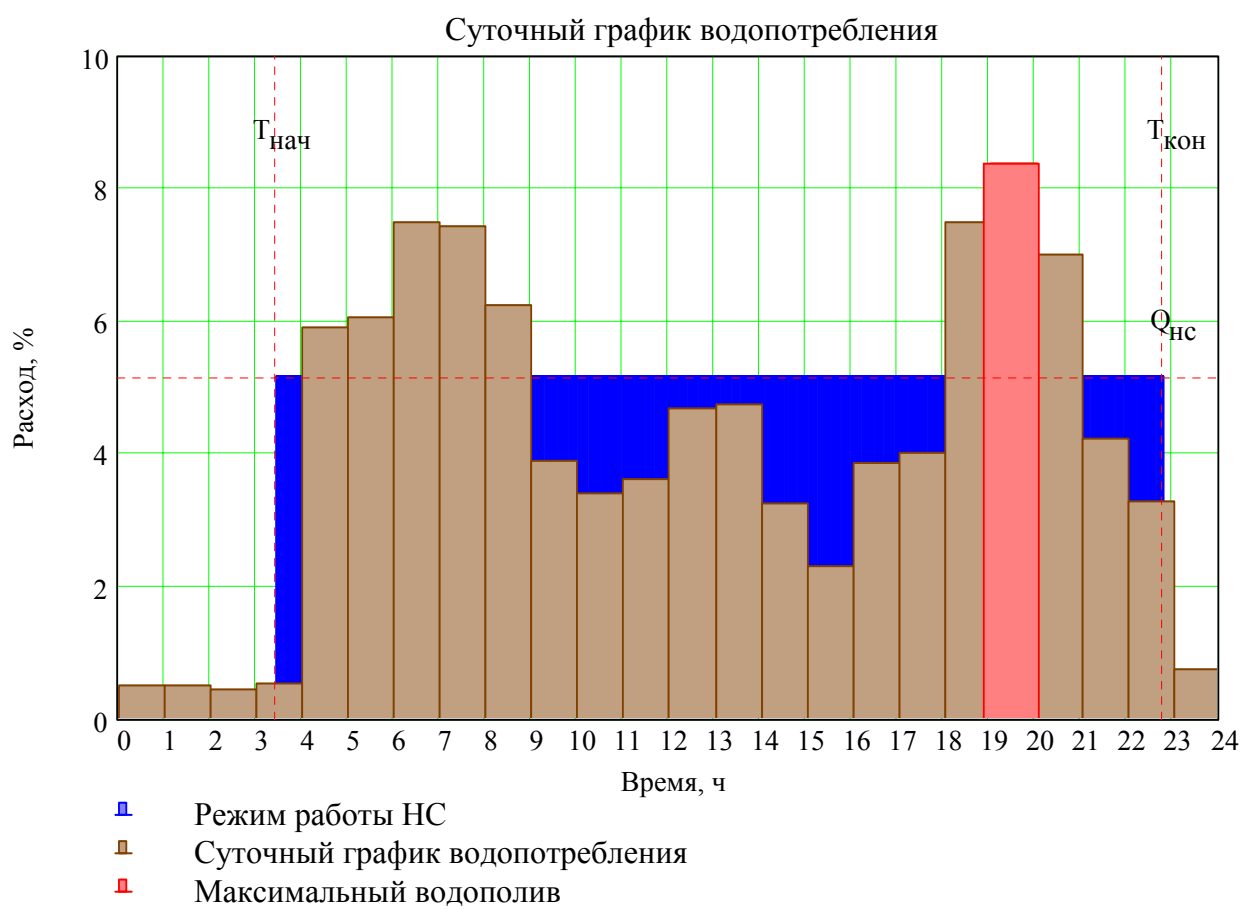
$$q_{\text{вб}} := \frac{\text{mm}}{3.6} - q_{\text{нс}}$$

$$q_{\text{вб}} = 5.795$$

$$t_x := T_{\text{нач}}, T_{\text{нач}} + 0.01 .. T_{\text{кон}}$$

Распределение суточного потребления воды

Время суток, ч	Расход			
	по часам суток		в нарастающем порядке	
	м ³	%	м ³	%
0 - 1	3,35	0,51	3,35	0,51
1 - 2	3,36	0,51	6,71	1,03
2 - 3	2,98	0,46	9,69	1,48
3 - 4	3,50	0,54	13,19	2,02
4 - 5	38,67	5,91	51,86	7,93
5 - 6	39,66	6,06	91,52	13,99
6 - 7	48,93	7,48	140,46	21,47
7 - 8	48,56	7,42	189,02	28,89
8 - 9	40,76	6,23	229,78	35,12
9 - 10	25,43	3,89	255,21	39,01
10 - 11	22,18	3,39	277,40	42,40
11 - 12	23,73	3,63	301,13	46,02
12 - 13	30,70	4,69	331,83	50,72
13 - 14	31,09	4,75	362,92	55,47
14 - 15	21,15	3,23	384,07	58,70
15 - 16	15,02	2,30	399,09	61,00
16 - 17	25,26	3,86	424,35	64,86
17 - 18	26,33	4,02	450,68	68,88
18 - 19	48,99	7,49	499,67	76,37
19 - 20	54,68	8,36	554,35	84,73
20 - 21	45,80	7,00	600,16	91,73
21 - 22	27,65	4,23	627,81	95,95
22 - 23	21,53	3,29	649,34	99,24
23 - 24	4,95	0,76	654,29	100,00



Расчетные значения параметров:

$$k = 5.169$$

$$b = -17.777$$

Принятые значения параметров:

$$k := 5.7$$

$$b := -21.5$$

Режим подачи воды насосной станции $q_r(t) := k \cdot t + b$

Определение времени $t := 1$ Given $q_r(t) = 0$ $T_{\text{нач}} := \text{Find}(t)$ $T_{\text{нач}} = 3.439$

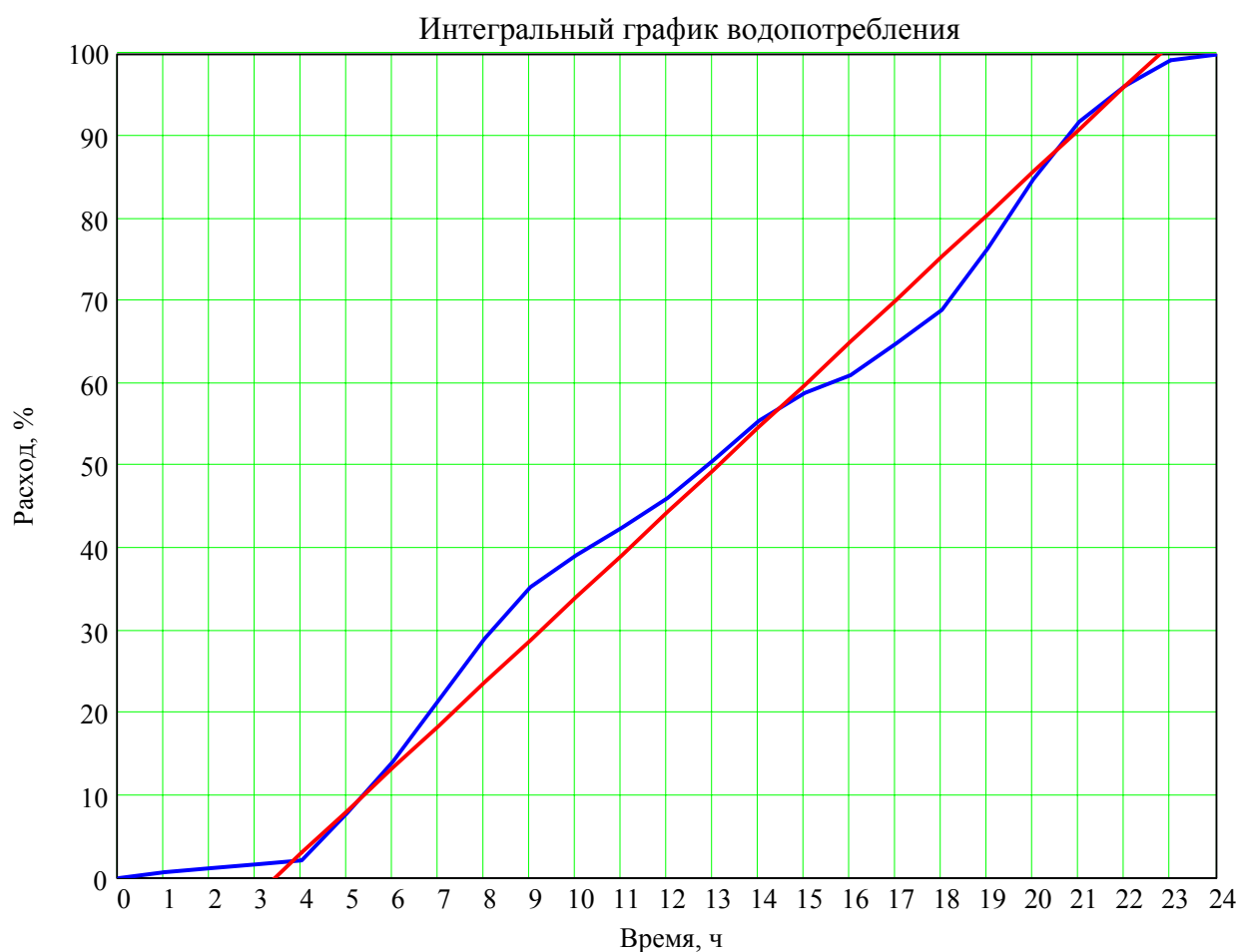
работы насосной станции: $t := 1$ Given $q_r(t) = 100$ $T_{\text{кон}} := \text{Find}(t)$ $T_{\text{кон}} = 22.784$

Время работы насосной станции $T := T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}$ $T = 19.345$

$$Q_{\text{нс}} := \frac{100}{T} \quad Q_{\text{нс}} = 5.17$$

$$s := \sum (p_{\text{cd}} - q_r(t_{\text{нач}}))^2$$

Критерий модели:
 $s = 842$



Режим работы насосной станции:

Начало работы:	3 ч 26 мин
Окончание работы:	22 ч 47 мин
Длительность работы:	19 ч 21 мин
Производительность НС:	9,4 л/с

Регулирующий объем водонапорной башни

Часы суток	Подача воды насосной станцией, %	Водопотребление за каждый час, %	Поступление воды в башню, %	Поступление воды с башни в сеть, %	Алгебраическая сумма граф 4 и 5
1	2	3	4	5	6
0-1	0,00	0,51	0,00	0,51	-0,51
1-2	0,00	0,51	0,00	0,51	-1,03
2-3	0,00	0,46	0,00	0,46	-1,48
3-4	5,00	0,54	4,46	0,00	2,98
4-5	5,00	5,91	0,00	0,91	2,07
5-6	5,00	6,06	0,00	1,06	1,01
6-7	5,00	7,48	0,00	2,48	-1,47
7-8	5,00	7,42	0,00	2,42	-3,89
8-9	5,00	6,23	0,00	1,23	-5,12
9-10	5,00	3,89	1,11	0,00	-4,01
10-11	5,00	3,39	1,61	0,00	-2,40
11-12	5,00	3,63	1,37	0,00	-1,02
12-13	5,00	4,69	0,31	0,00	-0,72
13-14	5,00	4,75	0,25	0,00	-0,47
14-15	5,00	3,23	1,77	0,00	1,30
15-16	5,00	2,30	2,70	0,00	4,00
16-17	5,00	3,86	1,14	0,00	5,14
17-18	5,00	4,02	0,98	0,00	6,12
18-19	5,00	7,49	0,00	2,49	3,63
19-20	5,00	8,36	0,00	3,36	0,27
20-21	5,00	7,00	0,00	2,00	-1,73
21-22	5,00	4,23	0,77	0,00	-0,95
22-23	5,00	3,29	1,71	0,00	0,76
23-24	0,00	0,76	0,00	0,76	0,00

Регулирующий объем

$$W_{\text{рег}} = 73.536$$

Расчетные расходы на пожаротушение

Пожаротушение		
Сообщите количество струй	2	
Этажность		
Сообщите количество этажей	2	

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение

Количество жителей в населенном пункте, тыс.чел.	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на 1 пожар, л/сек, для зданий	
		до 2 этажей включительно	3 этажа и более
5	1	10	10
10	1	10	15
25	2	10	15
50	2	20	25
100	2	25	35
200	3		40
300	3		55
400	3		70
500	3		80
600	3		85
700	3		90
800	3		95
1000	3		100
2000	4		100

3-х часовой режим работы	☐ I -Режим
	☒ II-Режим

Выберите необходимые баки

Баки железобетонные со сферическим вогнутым днищем

Параметры	Объем в м ³						
	200	250	300	400	500	600	700
Количество							

Баки стальные и железобетонные с плоским днищем

Параметры	Объем бака в м ³												
	25	50	90	120	200	220	300	320	375	400	500	650	700
Количество		5											

Баки стальные с днищем усеченный конус

Параметры	Объем бака в м ³				
	100	200	300	400	500
Количество					

Водонапорные баки

Баки железобетонные со сферическим вогнутым днищем	Не указаны
Баки стальные и железобетонные с плоским днищем	Указаны
Баки стальные с днищем усеченный конус	Не указаны

Вибранні баки железобетонные со сферическим вогнутим днищем

Объем, куб.м					
Внутренний диаметр					
Полная высота стенки бака					
Стрела подъема днища , в м					

Вибранні баки стальные и железобетонные с плоским днищем

Объем, куб.м	50	50	50	50	50
Внутренний диаметр в дм	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Полная высота	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4

Вибранні баки с днищем усеченный конус

Объем, куб.м					
Внутренний диаметр					
Строительная высота, м					
Слой воды, м					
Высота цилиндра, м					
Высота конуса, м					
Диаметр днища, м					

8.2.11. Автоматизоване робоче місце проектувальника RVS**Інструкція до програми RVS**

Багаторічний досвід застосування обчислювальної техніки для розрахунку водогінних мереж показав, що витрати часу на формування вихідних даних, їхнього введення і розрахунку на персональному комп'ютері складають для 4 кілець – 5-6 годин, для 10 кілець – 24-36 годин. Для розв'язання цих задач нами розроблена програма RVS, витрата часу складає менше однієї години.

Програма RVS складена в середовищі MathCAD і дозволяє вирішувати наступні задачі:

1. Гідравлічний розрахунок кільцевої водогінної мережі.
2. Гідравлічний розрахунок водоводів.
3. Визначення висоти водонапірної башти і вільних напорів у розрахункових точках водогінної мережі. Побудова профілю п'єзометричних ліній водогінної мережі.

8.2.12. Підготовка розрахункових схем водогінної мережі

Розрахункові схеми кресляться на окремих аркушах (для їхньої підготовки можна використовувати текстовий редактор Word), де

наносяться водоживлювачі (джерела харчування і регулюючі ємності), точки водоразборів і подачі води, потім нумеруються вузли і кільця.

8.2.13. Підготовка і введення вихідних даних

Вихідні дані представляються за наступними правилами.

1. Гідравлічний розрахунок кільцевої водогінної мережі.
 - Завдання припустимого неув'язування (за замовчуванням приймається рівної 10^{-3}).
 - Введення загальної характеристики водогінної мережі. Кінець введення визначається кодом 999.
 - Завдання тупикових ділянок (указується номер вузла і довжина тупикової ділянки).
 - Введення параметрів ділянок мережі (вказується довжина ділянок та їхній матеріал).
 - Введення кількості розрахункових режимів.
 - Вказівка найменувань розрахункових режимів (максимально-господарський; максимально-господарський із протипожежним чи транзит).
 - Вказівка характеристик розрахункових режимів (указується подача, а також зосереджений відбір води для кожного зазначеного розрахункового режиму транспонування води).
2. Гідравлічний розрахунок водоводів.
 - Загальна характеристика водоводів водогінної мережі (вказується довжина водоводів, кількість ниток, а також їхній матеріал).
3. Визначення висоти водонапірної башти і вільних напорів у водогінної мережі. Побудова профілю водогінної мережі.
 - Введення загальної характеристики зовнішньої мережі (завдання номерів початкового і кінцевого вузла зовнішньої мережі).
 - Вказівка оцінок вузлів водогінної мережі зовнішнього контуру.
 - Введення додаткової інформації (вказівка поверховості забудови, а також номера найбільш вилученого вузла зовнішнього контуру мережі)

8.2.14. Довідкова інформація

Для виконання гідравлічного розрахунку створена довідкова інформація, що містить:

- довідник для вибору питомого опору, а також коефіцієнта перерізу заданих труб;
- довідник поправочних коефіцієнтів K до значень питомих опорів A .

Параметри кільцевих мереж, охоплюваних програмою RVS:

- матеріал труб водогінної мережі :
 1. Асб.ВТ-6, Асб.ВТ-9.
 2. Асб.ВТ-12.
 3. Чавунні (нові).
 4. Чавунні (не нові).
 5. Сталеві ВГП (нові).
 6. Сталеві ВГП (не нові).
 7. Сталеві ЭСВ (нові).
 8. Сталеві ЭСТ (не нові).
- максимальне число стандартних діаметрів мережі дорівнює 46;
- максимальна кількість ділянок у мережі – не обмежено;
- максимальна кількість кілець – не обмежено;
- граничне мінімальне нев'язання в кільці рекомендуються 0,001...0,5м;
- мінімальна кількість ділянок у кільці –2.

З метою забезпечення надійності, водогінні мережі повинні бути кільцевими. Конфігурація мережі залежить від форми території населеного пункту, його планування, дорожньої мережі, розташування точок подачі води, окремих великих водоспоживачів, природних і штучних перешкод і від рельєфу місцевості.

8.2.15. Розшифрування результатів розрахунку

При виконанні умови на припустиме неув'язування ($\Delta h < \Delta h_{\text{доп}}$) на екран виводяться результати розрахунку в наступному порядку:

- загальні зведення про водогінну мережу:
 1. Найменування режиму транспортування.
 2. Максимально припустима швидкість руху води в мережі.
 3. Кількість кілець.
 4. Кількість вузлів.
 5. Кількість ділянок.
 6. Загальна довжина водогінної мережі.
 7. Загальна довжина тупикових ділянок.
 8. Загальна подача води в мережу.
 9. Гранично припустима погрішність.
 10. Кількість циклів.
- відомість вузлових витрат:
 1. Номер вузла.
 2. Найменування ділянки.
 3. Питома витрата.
 4. Довжина ділянки.
 5. Шляхова витрата.
 6. Вузлова витрата.

7. Зосереджений добір.
 8. Загальний вузловий добір.
- гідравлічний розрахунок водогінної мережі:
 1. Номер кільця.
 2. Припустиме неув'язування.
 3. Найменування ділянки.
 4. Довжина ділянки.
 5. Найменування матеріалу труб ділянки.
 6. Діаметр труб.
 7. Витрата води.
 8. Напрямок потоку.
 9. Втрати напорів.
 10. Швидкість води.
 - гідравлічний розрахунок водоводів:
 1. Номер варіанта розрахункового режиму.
 2. Найменування ділянки водоводу.
 3. Число гілок.
 4. Найменування матеріалу труб водоводу.
 5. Витрата води.
 6. Діаметри труб.
 7. Швидкість руху води у водоводі.
 8. Поправочний коефіцієнт K до значень питомих опорів A .
 9. Питомий опір.
 10. Втрати напорів.
 - визначення висоти водонапірної башти і вільних напорів у водогінній мережі:
 1. Номер вузла.
 2. П'єзометричні позначки вузла.
 3. Найменування ділянки водоводу.
 4. Втрати напорів.
 5. Оцінки п'єзометричних ліній.
 6. Вільний напір у вузлі.
 - профіль водогінної мережі:
 1. Графіки п'єзометричних оцінок (для всіх заданих розрахункових схем).
 2. Номер вузла.
 3. Оцінки землі.
 4. Оцінки п'єзометричних ліній.
 5. Вільний напір у вузлі.

Проектирование кольцевой водопроводной сети

ание невязки

Допустимая невязка

$$\varepsilon := 10^{-5}$$

ание невязки

актеристика колец

еделение количества

ание материала

Характеристика участков

очистка

Номер кольца	Участок			
	номер	длина (м)	материал	холостой участок (м)
I	4 - 5	400	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	5 - 6	300	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	6 - 7	400	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	7 - 8	794	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	8 - 11	1030	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	11 - 12	210	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	12 - 18	124	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	18 - 4	832	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
II	4 - 18	832	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	18 - 2	568	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	2 - 3	726	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	3 - 4	486	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
III	12 - 13	956	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	13 - 14	354	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	14 - 15	344	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	15 - 17	540	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	17 - 1	70	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	1 - 2	230	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	2 - 18	568	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	18 - 12	124	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
IV	15 - 16	780	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	16 - 17	710	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
	17 - 15	540	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	
V	8 - 9	1086	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	1086
	9 - 8	1086	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	1086
VI	9 - 10	790	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	790
	10 - 9	506	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	506
999			асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼	

Характеристика тупиковых участков

Номер узла	Длина тупикового участка, м
3	200
6	150

ристика туп. участков

а ввода длин смежных

ование номеров режимов

транспортирования воды

Режимы транспортирования воды

Номер режима	Укажите режим транспортирования воды
1	Максимально-хозяйственный ▼
2	Максимально-хозяйственный + пожар ▼
3	Максимально-хозяйственный + пожар ▼

транспортирования воды

ование шапки таблицы

ристика режимов

Характеристика режимов транспонирования воды

очистка

Номер узла	Макс.-хоз.		Макс.-хоз.+пожар		Макс.-хоз.+пожар					
	подача	соср. расход	подача	соср. расход	подача	соср. расход				
1	6,20		6,20		6,20		7,15			
2										
3										
4										
5			10,00		15,00					
6										
7		7,45		7,45		7,45				
8	200,00		200,00		200,00			14,30		
9		0,85		0,85		0,85				
10		0,77		10,77		0,77				
11	6,20		6,20		6,20					
12										
13	6,20	1,10	6,20	1,10	6,20	1,10	7,15			
14										
15										
16						15,00				
17										

Справочник

Материал	Диаметр, d	Удельное сопротивление, А	Коэффициент сечения, m	Код диаметра
Асб. ВГ-6, ВГ-9	50	6851,00000	0,50900	1
	75	835,30000	0,22600	2
	100	187,70000	0,12700	3
	150	31,55000	0,06370	4
	200	6,89800	0,03340	5
	250	2,22700	0,02160	6
	300	0,91400	0,01630	7
	400	0,21710	0,00940	8
	500	0,07130	0,00611	9
Асб. ВГ-12	100	187,70000	0,13800	10
	150	31,55000	0,07000	11
	200	6,89800	0,03900	12
	250	2,22700	0,02460	13
	300	0,91400	0,01750	14
	400	0,21710	0,01030	15
	500	0,07130	0,00654	16
Чугунные(новые)	50	11540,00000	0,53100	17
	75	953,40000	0,23100	18
	100	276,10000	0,13100	19
	125	83,61000	0,08280	20
	150	34,03000	0,05740	21
	200	7,39900	0,03210	22
	250	2,29300	0,02070	23
	300	0,83500	0,01410	24
	400	0,20850	0,00798	25
	500	0,06479	0,00509	26
Чугунные(неновые)	50	15190,00000	0,53100	27
	75	1709,00000	0,23100	28
	100	311,70000	0,13100	29
	125	96,72000	0,08280	30
	150	37,11000	0,05740	31
	200	8,03200	0,03210	32
	250	2,52800	0,02070	33
	300	0,94850	0,01410	34
	400	0,21890	0,00798	35
	500	0,06778	0,00509	36
Ст. ВГП (новые)	50	3686,00000	0,47100	37
	70	929,40000	0,28400	38
	80	454,30000	0,20100	39
	100	119,80000	0,11500	40
	125	58,88000	0,07540	41
	150	22,04000	0,05000	42

Задание диаметров труб водопроводной сети
(анализ водопроводной сети)

метров

Инструкция к заполнению таблицы

Характеристика участков

Номер кольца	Участок					
	номер	длина (м)	материал	код диаметра	допустимый интервал	диаметр
I	4 - 5	400	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	5 - 6	300	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	6 - 7	400	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	7 - 8	794	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	8 - 11	1030	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	11 - 12	210	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	12 - 18	124	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	18 - 4	832	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
II	4 - 18	832	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	18 - 2	568	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	2 - 3	726	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	3 - 4	486	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
III	12 - 13	956	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	13 - 14	354	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	14 - 15	344	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	15 - 17	540	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	17 - 1	70	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	1 - 2	230	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	2 - 18	568	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	18 - 12	124	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
IV	15 - 16	780	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	16 - 17	710	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	17 - 15	540	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
V	8 - 9	1086	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	9 - 8	1086	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
VI	9 - 10	790	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
	10 - 9	506	асб.ВТ-6,ВТ-9	1	1 - 9	50
999				1	59 - 70	50

метров

ский расчет

Сообщите номер режима транспортирования воды:

$P_n := 1$

Результаты гидравлического расчета кольцевой водопроводной сети

Общие сведения о водопроводной сети

Показатель	Значение
Режим транспортирования воды	Максимально-хозяйственный
Максимальная скорость, м/с	1,10
Количество колец	6
Количество узлов	18
Количество участков	23
Общая длина водопроводной сети, м	10204
из них: тупиковых	350
холостых	3468
Общая подача воды в сеть, л/с	218,6
Предельно допустимая погрешность, м	0,00001
Количество циклов	25

Ведомость узловых расходов

Номер узла	Номер участка	Удельный расход, л/(с м)	Длина, м	Путевой расход, л/с	Узловой расход, л/с	Сосредот. отбор, л/с	Общий узловой, л/с
1	1 - 17	0,0208	70	1,45	3,12		3,12
	1 - 2		230	4,78			
2	2 - 18	0,0208	568	11,80	15,84		15,84
	2 - 3		726	15,09			
	2 - 1		230	4,78			
3	3 - 2	0,0208	726	15,09	14,67		14,67
	3 - 4		486	10,10			
4	4 - 5	0,0208	400	8,31	17,85		17,85
	4 - 18		832	17,29			
	4 - 3		486	10,10			
5	5 - 4	0,0208	400	8,31	7,27		7,27
	5 - 6		300	6,23			
6	6 - 5	0,0208	300	6,23	8,83		8,83
	6 - 7		400	8,31			
7	7 - 6	0,0208	400	8,31	12,41	7,45	19,86
	7 - 8		794	16,50			
8	8 - 7	0,0208	794	16,50	18,95		18,95
	8 - 11		1030	21,41			
	8 - 9		0	0,00			
	8 - 9		0	0,00			
9	9 - 8	0,0208	0	0,00	0,00	0,85	0,85
	9 - 8		0	0,00			
	9 - 10		0	0,00			
	9 - 10		0	0,00			
10	10 - 9	0,0208	0	0,00	0,00	0,77	0,77
	10 - 9		0	0,00			
11	11 - 8	0,0208	1030	21,41	12,89		12,89
	11 - 12		210	4,36			
12	12 - 11	0,0208	210	4,36	13,40		13,40
	12 - 18		124	2,58			
	12 - 13		956	19,87			
13	13 - 12	0,0208	956	19,87	13,61	1,1	14,71
	13 - 14		354	7,36			
14	14 - 13	0,0208	354	7,36	7,25		7,25
	14 - 15		344	7,15			
15	15 - 14	0,0208	344	7,15	17,29		17,29
	15 - 17		540	11,22			
	15 - 16		780	16,21			
16	16 - 15	0,0208	780	16,21	15,48		15,48
	16 - 17		710	14,76			
17	17 - 15	0,0208	540	11,22	13,72		13,72
	17 - 1		70	1,45			

Гидравлический расчет сети

Кольцо		Участок							
номер	невязка	номер	длина (м)	материал	диаметр (мм)	расход (л/с)	направ- ление	потери (м)	скорость (м/с)
I	0,0000	4 - 5	400	Асб. ВТ-6, ВТ-9	250	37,13	-	1,23	0,80
		5 - 6	300	Асб. ВТ-6, ВТ-9	300	44,40	-	0,54	0,72
		6 - 7	400	Асб. ВТ-6, ВТ-9	300	53,23	-	1,04	0,87
		7 - 8	794	Асб. ВТ-6, ВТ-9	400	73,09	-	0,92	0,69
		8 - 11	1030	Асб. ВТ-6, ВТ-9	400	106,34	+	2,53	1,00
		11 - 12	210	Асб. ВТ-6, ВТ-9	400	99,65	+	0,45	0,94
		12 - 18	124	Асб. ВТ-6, ВТ-9	300	62,23	+	0,44	1,01
		18 - 4	832	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	1,40	+	0,30	0,18
II	0,0000	4 - 18	832	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	1,40	-	0,30	0,18
		18 - 2	568	Асб. ВТ-6, ВТ-9	250	45,00	+	2,56	0,97
		2 - 3	726	Асб. ВТ-6, ВТ-9	150	6,00	-	0,82	0,38
		3 - 4	486	Асб. ВТ-6, ВТ-9	200	20,67	-	1,43	0,69
III	0,0000	12 - 13	956	Асб. ВТ-6, ВТ-9	200	24,01	+	3,80	0,80
		13 - 14	354	Асб. ВТ-6, ВТ-9	200	15,50	+	0,59	0,52
		14 - 15	344	Асб. ВТ-6, ВТ-9	150	8,25	+	0,74	0,53
		15 - 17	540	Асб. ВТ-6, ВТ-9	150	8,62	-	1,27	0,55
		17 - 1	70	Асб. ВТ-6, ВТ-9	250	38,24	-	0,23	0,83
		1 - 2	230	Асб. ВТ-6, ВТ-9	250	35,16	-	0,63	0,76
		2 - 18	568	Асб. ВТ-6, ВТ-9	250	45,00	-	2,56	0,97
		18 - 12	124	Асб. ВТ-6, ВТ-9	300	62,23	-	0,44	1,01
IV	0,0000	15 - 16	780	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,42	-	0,03	0,05
		16 - 17	710	Асб. ВТ-6, ВТ-9	200	15,91	-	1,24	0,53
		17 - 15	540	Асб. ВТ-6, ВТ-9	150	8,62	+	1,27	0,55
V	0,0000	8 - 9	1086	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,81	+	0,13	0,10
		9 - 8	1086	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,81	-	0,13	0,10
VI	0,0000	9 - 10	790	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,34	+	0,02	0,04
		10 - 9	506	Асб. ВТ-6, ВТ-9	100	0,43	-	0,02	0,05

Сообщите номер режима транспортирования воды:

$P_n := 2$

Сообщите номер режима транспортирования воды:

$P_n := 3$

Гидравлический расчет водоводов

Пьезометрические отметки узлов водопроводной сети

Номера узлов	Отметка земли
1	91,8
2	97,4
3	90,9
4	99,9
5	100,3
6	105,8
7	108,6
8	125,6
9	123,2
10	95,6
11	101,9
12	96,4
13	85,2
14	87,0
15	85,6
16	85,6
17	91,5
18	85,2

Пьезометрические отметки водопотребителей водопроводной сети

Номера водопотребителей	Отметка земли
ВПО-1	90,0
ВП-5	100,0
ВП-8	125,0
ВП-11	100,0
ВП-13	90,0
3 - Тупик	100,0
6 - Тупик	120,0

Характеристика водоводов

Участок водовода	Длина водовода, м	Кол-во ниток, шт	Код диаметра (анализ сети)		Диаметр, мм	Наименование материала
			допустимые	принятые		
ВПО-1	650	1	1 - 9	3	100	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼
ВП-5	370	2	1 - 9	3	100	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼
ВП-8	20	1	1 - 9	3	100	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼
ВП-11	440	1	1 - 9	3	100	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼
ВП-13	510	1	1 - 9	3	100	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼
3 - Тупик	200	1	1 - 9	3	100	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼
6 - Тупик	500	1	1 - 9	3	100	асб. ВТ-6, ВТ-9 ▼

Гидравлический расчет водоводов

Вариант	Участок водовода	Длина, м	Число ниток	Материал	Расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость, м/с	K	A	S	Потери, м
I	ВПУ-1	650	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,126	4,85
	ВП-5	370	2	Асб. ВГ-6, ВГ-9	0,00	100	0,00	0,000	1,877E-04	0,000	0,00
	ВП-8	20	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	200,00	500	1,02	1,000	6,479E-08	0,000	0,05
	ВП-11	440	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,085	3,28
	ВП-13	510	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,099	3,80
	3 - Тупик	200	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	2,04	100	0,26	1,217	1,877E-04	0,046	0,19
	6 - Тупик	500	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	1,53	100	0,19	1,308	1,877E-04	0,123	0,29
II	ВПУ-1	650	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,126	4,85
	ВП-5	370	2	Асб. ВГ-6, ВГ-9	5,00	100	0,64	1,082	1,877E-04	0,075	1,88
	ВП-8	20	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	200,00	500	1,02	1,000	6,479E-08	0,000	0,05
	ВП-11	440	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,085	3,28
	ВП-13	510	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,099	3,80
	3 - Тупик	200	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	2,04	100	0,26	1,217	1,877E-04	0,046	0,19
	6 - Тупик	500	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	1,53	100	0,19	1,308	1,877E-04	0,123	0,29
III	ВПУ-1	650	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,126	4,85
	ВП-5	370	2	Асб. ВГ-6, ВГ-9	7,50	100	0,95	1,000	1,877E-04	0,069	3,91
	ВП-8	20	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	200,00	500	1,02	1,000	6,479E-08	0,000	0,05
	ВП-11	440	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,085	3,28
	ВП-13	510	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	6,20	100	0,79	1,034	1,877E-04	0,099	3,80
	3 - Тупик	200	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	2,04	100	0,26	1,217	1,877E-04	0,046	0,19
	6 - Тупик	500	1	Асб. ВГ-6, ВГ-9	1,53	100	0,19	1,308	1,877E-04	0,123	0,29

Характеристика внешнего контура водопроводной сети

Задание интервалов внешнего контура	Начальный узел		Конечный узел
	1	*	10
	9	*	8
	11	*	17
	1	*	1

**Пьезометрические отметки
узлов водопроводной сети внешнего контура**

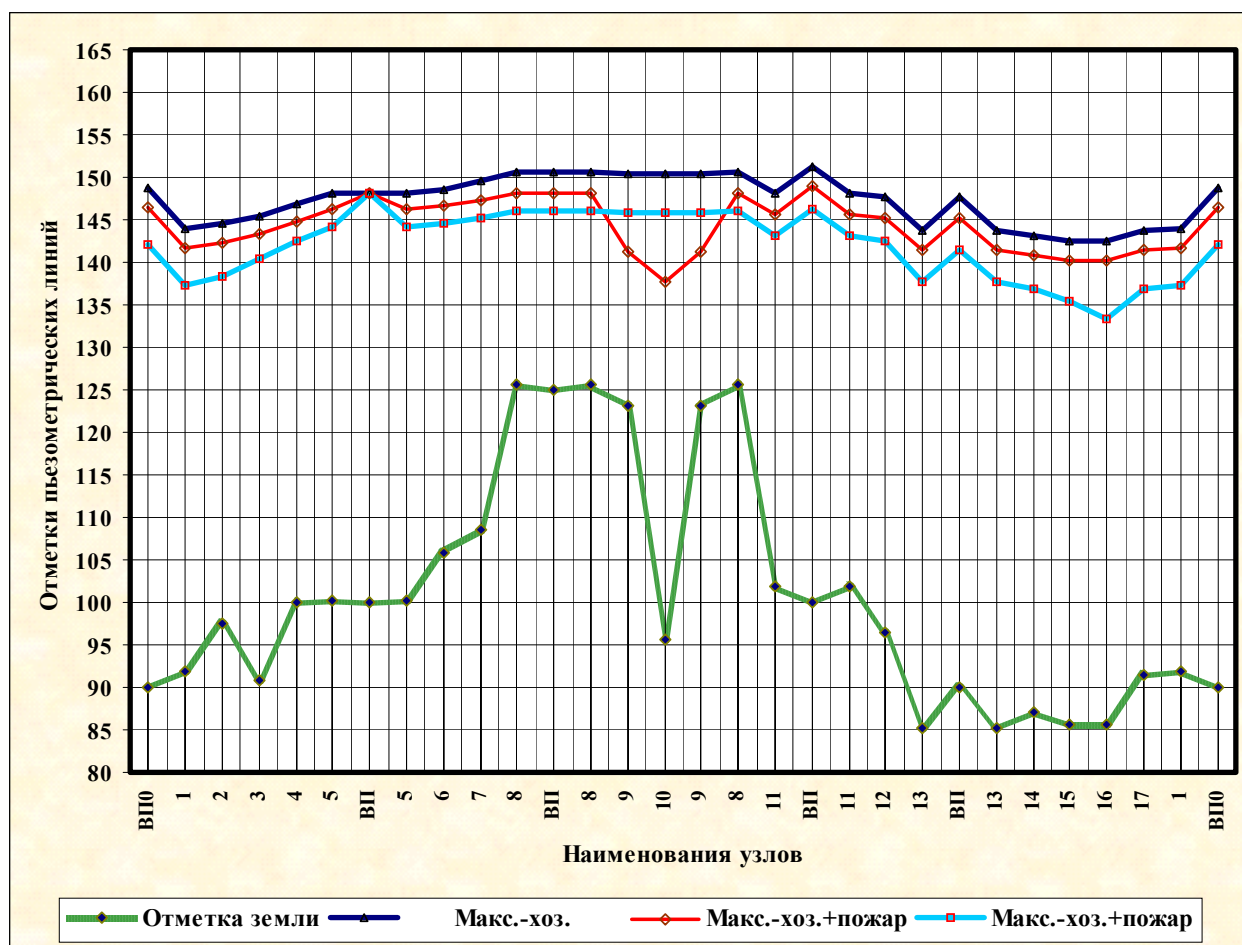
Номер узла	Отметка земли	Узел привязки водонапорной башни
ВПО	90,0	
1	91,8	
2	97,4	
3	90,9	
4	99,9	
5	100,3	
ВП	100,0	*
5	100,3	
6	105,8	
7	108,6	
8	125,6	
ВП	125,0	
8	125,6	
9	123,2	
10	95,6	
9	123,2	
8	125,6	
11	101,9	
ВП	100,0	
11	101,9	
12	96,4	
13	85,2	
ВП	90,0	
13	85,2	
14	87,0	
15	85,6	
16	85,6	
17	91,5	
1	91,8	
ВПО	90,0	

Дополнительная информация

Этажность застройки	3	▲
Объем бака, м ³	50	▼
Диаметр бака, м	3,00	▼

Визначення висоти водонапірної башти і вільних напорів водопровідної мережі

Номер узелів	Отметки земли	Участок	Макс.-хоз.			Макс.-хоз.+пожар			Макс.-хоз.+пожар		
			Потери напора	Отметки пъезометр. линий	Свободный напор в узле, м	Потери напора	Отметки пъезометр. линий	Свободный напор в узле, м	Потери напора	Отметки пъезометр. линий	Свободный напор в узле, м
ВП0	90			148,83	58,83		146,53	56,53		142,15	52,15
		ВП0-1	4,85			4,85			4,85		
1	91,8			143,98	52,18		141,68	49,88		137,30	45,50
		1-2	-0,63			-0,64			-1,13		
2	97,4			144,61	47,21		142,31	44,91		138,43	41,03
		2-3	-0,82			-1,00			-2,08		
3	90,9			145,44	54,54		143,31	52,41		140,52	49,62
		3-4	-1,43			-1,52			-1,97		
4	99,9			146,87	46,97		144,83	44,93		142,48	42,58
		4-5	-1,23			-1,38			-1,71		
5	100,3			148,10	47,80		146,22	45,92		144,19	43,89
		5-ВП	0,00			-1,88			-3,91		
ВП	100			148,10	48,10		148,10	48,10		148,10	48,10
		ВП-5	0,00			1,88			3,91		
5	100,3			148,10	47,80		146,22	45,92		144,19	43,89
		5-6	-0,54			-0,37			-0,36		
6	105,8			148,64	42,84		146,59	40,79		144,55	38,75
		6-7	-1,04			-0,76			-0,74		
7	108,6			149,67	41,07		147,34	38,74		145,28	36,68
		7-8	-0,92			-0,74			-0,72		
8	125,6			150,59	24,99		148,08	22,48		146,01	20,41
		8-ВП	-0,05			-0,05			-0,05		
ВП	125			150,64	25,64		148,13	23,13		146,06	21,06
		ВП-8	0,05			0,05			0,05		
8	125,6			150,59	24,99		148,08	22,48		146,01	20,41
		8-9	0,13			6,88			0,13		
9	123,2			150,46	27,26		141,20	18,00		145,87	22,67
		9-10	0,02			3,40			0,02		
10	95,6			150,44	54,84		137,80	42,20		145,85	50,25
		10-9	-0,02			-3,40			-0,02		
9	123,2			150,46	27,26		141,20	18,00		145,87	22,67
		9-8	-0,13			-6,88			-0,13		
8	125,6			150,59	24,99		148,08	22,48		146,01	20,41
		8-11	2,53			2,42			2,94		
11	101,9			148,06	46,16		145,66	43,76		143,06	41,16
		11-ВП	-3,28			-3,28			-3,28		
ВП	100			151,35	51,35		148,94	48,94		146,35	46,35
		ВП-11	3,28			3,28			3,28		
11	101,9			148,06	46,16		145,66	43,76		143,06	41,16
		11-12	0,45			0,43			0,53		
12	96,4			147,61	51,21		145,23	48,83		142,53	46,13
		12-13	3,80			3,77			4,89		
13	85,2			143,81	58,61		141,46	56,26		137,65	52,45
		13-ВП	-3,80			-3,80			-3,80		
ВП	90			147,61	57,61		145,27	55,27		141,45	51,45
		ВП-13	3,80			3,80			3,80		
13	85,2			143,81	58,61		141,46	56,26		137,65	52,45
		13-14	0,59			0,58			0,85		
14	87			143,22	56,22		140,88	53,88		136,79	49,79
		14-15	0,74			0,72			1,42		
15	85,6			142,48	56,88		140,17	54,57		135,37	49,77
		15-16	-0,03			-0,03			1,98		
16	85,6			142,51	56,91		140,20	54,60		133,39	47,79
		16-17	-1,24			-1,25			-3,52		
17	91,5			143,75	52,25		141,45	49,95		136,91	45,41
		17-1	-0,23			-0,23			-0,39		
1	91,8			143,98	52,18		141,68	49,88		137,30	45,50
		1-ВП0	-4,85			-4,85			-4,85		
ВП0	90			148,83	58,83		146,53	56,53		142,15	52,15



III			II		I		Номер узла
Н св	П отметка	Н св	П отметка	Н св	П отметка	Отметка земли	
52,15	142,15	56,53	146,53	58,83	148,83	90,00	ВП0
45,50	137,30	49,88	141,68	52,18	143,98	91,80	1
41,03	138,43	44,91	142,31	47,21	144,61	97,40	2
49,62	140,52	52,41	143,31	54,54	145,44	90,90	3
42,58	142,48	44,93	144,83	46,97	146,87	99,90	4
43,89	144,19	45,92	146,22	47,80	148,10	100,30	5
48,10	148,10	48,10	148,10	48,10	148,10	100,00	ВП
43,89	144,19	45,92	146,22	47,80	148,10	100,30	5
38,75	144,55	40,79	146,59	42,84	148,64	105,80	6
36,68	145,28	38,74	147,34	41,07	149,67	108,60	7
20,41	146,01	22,48	148,08	24,99	150,59	125,60	8
21,06	146,06	23,13	148,13	25,64	150,64	125,00	ВП
20,41	146,01	22,48	148,08	24,99	150,59	125,60	8
22,67	145,87	18,00	141,20	27,26	150,46	123,20	9
50,25	145,85	42,20	137,80	54,84	150,44	95,60	10
22,67	145,87	18,00	141,20	27,26	150,46	123,20	9
20,41	146,01	22,48	148,08	24,99	150,59	125,60	8
41,16	143,06	43,76	145,66	46,16	148,06	101,90	11
46,35	146,35	48,94	148,94	51,35	151,35	100,00	ВП
41,16	143,06	43,76	145,66	46,16	148,06	101,90	11
46,13	142,53	48,83	145,23	51,21	147,61	96,40	12
52,45	137,65	56,26	141,46	58,61	143,81	85,20	13
51,45	141,45	55,27	145,27	57,61	147,61	90,00	ВП
52,45	137,65	56,26	141,46	58,61	143,81	85,20	13
49,79	136,79	53,88	140,88	56,22	143,22	87,00	14
49,77	135,37	54,57	140,17	56,88	142,48	85,60	15
47,79	133,39	54,60	140,20	56,91	142,51	85,60	16
45,41	136,91	49,95	141,45	52,25	143,75	91,50	17
45,50	137,30	49,88	141,68	52,18	143,98	91,80	1
52,15	142,15	56,53	146,53	58,83	148,83	90,00	ВП0

Инструкция к графику

Исходные данные:	Адрес			
	А	2	Е	32
Отметки линий	min	85	max	151

Контрольні запитання:

1. Які підготовчі операції у першу чергу слід виконати для проведення гідравлічних розрахунків?
2. Яка допустиме неув'язування рекомендується для кожного розрахункового випадку?
3. Як здійснюється обхід кілець при проведенні гідравлічних розрахунків?
4. Укажіть способи задавання інформації про конфігурацію мережі?
5. Укажіть найбільш розповсюджений метод проектування і розрахунків водогінних мереж?
6. Від чого залежить конфігурація водогінної мережі?
7. Укажіть основні вимоги щодо програмного забезпечення?
8. Які задачі дозволяє вирішувати програмний блок RVN?
9. Які задачі дозволяє вирішувати програмний блок RVS?
10. Укажіть параметри кільцевих мереж, охоплюваних програмою RVS?

9. ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

9.1. Оптимізація структури посівних площ

9.1.1. Постановка задачі

Задача визначення оптимальної структури посівних площ у господарстві формулюється наступним чином: виходячи з перспективи розвитку господарства, необхідності інтенсифікації і поглиблення спеціалізації виробництва, з огляду на розміри земельних угідь, освоєні сівозміни, план здавання продукції державі й задачу забезпечення тваринництва високоякісними кормами власного виробництва, треба визначити таку структуру посівних площ, щоб господарство мало максимальний економічний ефект (найменшу собівартість, найбільшу валову продукцію, максимальний прибуток).

9.1.2. Побудова економіко-математичної моделі задачі

Прийmemo наступну систему позначень:

i – індекс ресурсів і обмежень ($i = \overline{1, m}$);

j – індекс культур ($j = \overline{1, n}$);

x_j – площа посіву j -ої культури;

c_j – прибуток від j -ої культури з розрахунку на гектар;

a_{ij} – норма витрат i -го ресурсу на виробництво одиниці j -ої культури з розрахунку на гектар;

A_i – обсяг i -го ресурсу;

S_i – площа посіву по i -му обмеженню;

b_j – врожайність j -ої культури;

B_i – установлена нижня межа здавання державі конкретної продукції.

З урахуванням прийнятих позначень економіко-математичну модель розглянутої задачі має таку структурну форму:

Знайти максимальний прибуток $F(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max$ при таких

умовах:

1) обмеження знизу й зверху на використання пашні:

$$\sum_{j=n_1}^{n_2} x_j \leq S_i \quad (i = \overline{1, m_1}), \quad \sum_{j=n_3}^{n_4} x_j \geq S_i \quad (i = \overline{m_1 + 1, m_2}).$$

2) обмеження на нижню й верхню границі площі під конкретну культуру:

$$S_{i \min} \leq x_j \leq S_{i \max} \quad (i = \overline{m_2 + 1, m_3})$$

3) обмеження по витратах ресурсів:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq A_i \quad (i = \overline{m_3+1, m_4})$$

4) обмеження на нижню межу виробництва продукції (нижня межа здавання державі продукції):

$$\sum_{j=n_5}^n b_j x_j \leq B_i \quad (i = \overline{m_4+1, m})$$

5) умова невід'ємності змінних:

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n})$$

9.1.3. Вихідна інформація

Для того щоб скласти числову модель задачі оптимізації структури посівних площ у господарстві, потрібно зібрати таку інформацію:

- 1) Площа пашні, природних сіножатей і пасовищ; садів;
- 2) Загальні ресурси живої й механізованої праці;
- 3) Заплановані для оброблення культури;
- 4) Обмеження на окремі культури або групи культур у зв'язку з освоєними сівозмінами й спеціалізацією господарства;
- 5) План здавання державі продукції;
- 6) Планована врожайність культур, трудомісткість, собівартість і ціна реалізації продукції з 1 га (або за 1 ц продукції).

9.1.4. Схема числової моделі

При наявності всієї необхідної вхідної інформації можна скласти числову модель задачі у виді системи рівнянь і нерівностей з числовими коефіцієнтами, а потім числову таблицю або матрицю, схема якої приведена в табл. 9.1.

В залежності від конкретних умов господарства розглянута модель може розширюватися або звужуватися.

9.1.5. Розв'язок задачі і його аналіз

Дати план і площу посівів під кожну оброблювану культуру. Перевірити виконання всіх необхідних обмежень. Знайти максимальний прибуток при оптимальній структурі посівних площ і порівняти її з фактично наявним прибутком при сформованій структурі посівних площ.

Таблиця 9.1 - Схема числової моделі задачі оптимізації структури посівних площ

№ п/п	Площа культури, га Обмеження	Одиниці виміру	1-а культура	2-а культура	...	n-а культура	Допоміжні змінні		Обсяг та види обмежень
			x_1	x_2	...	x_n	x_{n+1}	x_{n+2}	
1 ... m_3	Обмеження площі посіву	га							$\leq S_i$ $\geq S_i$
m_3+1 ... m_4	Витрата ресурсів	люд/дн							$\leq A_i$
m_4+1 ... m	Здавання державі продукції	ц							$\geq B_i$
	Цільова функція (прибуток)	грн.	c_1	c_2	...	c_n			$\rightarrow \max$

9.1.6. Практичний приклад

У господарстві площа пашні складає 8000 га, площа природних сіножатей і пасовищ - 500 га. Загальні ресурси живої праці 300 тис. людино-днів. Планується обробляти: озиму пшеницю, озиме жито, ярицю, ярове жито, просо, гречку, овес, горох, однолітні трави на сіно і зелений корм, багаторічні трави на сіно і зелений корм, картоплю. Наявна площа садів у господарстві - 200 га, але її можна довести до 300 га. Відповідно до освоєних сівозмін і напряму розвитку господарства потрібно, щоб площа зернового клина складала не менше 60% площі пашні. Площа під кормовими коренеплодами повинна знаходитися в межах від 400 до 500 га. Площа під озимими в зерновому клині повинна складати не менше 50%, але і не перевищувати 4000 га. Площа під травами на сіно і на зелений корм повинна складати відповідно не менше 500 і 600 га, а площа посіву картоплі - не менше 200 га. Господарству доведений такий план здавання державі продукції: зернових не менше 80 тис. ц, картоплі не менше 30 тис. ц, фруктів не менше 1000 ц. Очікувана врожайність, трудомісткість, собівартість і ціна реалізації 1 ц продукції дані в табл.9.2.

Таблиця 9.2 - Вихідні дані задачі оптимізації структури посівних площ

Показники	Озима пшениця	Озиме жито	Яриця	Ярове жито	Просо	Гречка	Овес	Горох	Ячмінь	Кормові коренеплоди	Однолітні трави на сіно	Однолітні трави на зелений корм	Багаторічні трави на сіно	Багаторічні трави на зелений корм	Картопля	Природні сіножаті пасовища	Сади
Врожайність, ц/га	30	20	25	20	20	20	15	25	20	200	20	50	30	50	200	40	50
Трудомісткість, люд.-дн. на 1 ц	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6	0,3	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,4
Собівартість, грн/ц	3	3,5	3	4	2,5	10	3	7	4	2	1,5	0,5	2	0,5	6	1	20
Реалізаційна ціна, грн/ц	7	7,5	7,5	8	7	13	4	10	5,5	2	3	0,7	3,5	0,8	9	2	28

Необхідно скласти таку структуру посівних площ, щоб прибуток від рослинництва був максимальний.

Розв'язання: Позначимо площу (га) посівів культур:

озима пшениця - через x_1 , озиме жито – x_2 , яриця – x_3 , ярове жито – x_4 , просо – x_5 , гречка – x_6 , овес – x_7 , горох – x_8 , ячмінь – x_9 , кормові коренеплоди – x_{10} , однолітні трави на сіно – x_{11} , однолітні трави на зелений корм – x_{12} , багаторічні трави на сіно – x_{13} , багаторічні трави на зелений корм – x_{14} , картопля – x_{15} , природні сіножаті і пасовища – x_{16} , сади – x_{17} .

Складемо модель задачі у вигляді числових співвідношень між змінними. Знайти максимум прибутку:

$$f(x) = (7-3) \cdot 30x_1 + (7,5-3,5) \cdot 20x_2 + (7,5-3) \cdot 25x_3 + (8-4) \cdot 20x_4 + (7-2,5) \cdot 20x_5 + \\ + (13-10) \cdot 20x_6 + (4-3) \cdot 15x_7 + (10-7) \cdot 25x_8 + (5,5-4) \cdot 20x_9 + (2-2) \cdot 200x_{10} + \\ + (3-1,5) \cdot 20x_{11} + (0,7-0,5) \cdot 50x_{12} + (3,5-2) \cdot 30x_{13} + (0,8-0,5) \cdot 50x_{14} + \\ + (9-6) \cdot 200x_{15} + (2-1) \cdot 40x_{16} + (28-20) \cdot 50x_{17}$$

$$f(x) = 120x_1 + 80x_2 + 112,5x_3 + 80x_4 + 70x_5 + 60x_6 + 15x_7 + 75x_8 + 30x_9 + 30x_{11} + 10x_{12} + 45x_{13} + 15x_{14} + 600x_{15} + 40x_{16} + 400x_{17} \rightarrow \max$$

При таких обмеженнях:

$$1) \text{ площа пашні: } x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + \\ + x_{14} + x_{15} \leq 8000;$$

- 2) площі природних сіножатей і пасовищ: $x_{16} = 500$;
 3,4) площі садів $x_{17} \geq 200$, $x_{17} \leq 300$
 5) площа під зерновими: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \geq 4800$;
 6,7) площі під кормовими коренеплодами: $x_{10} \geq 400$ і $x_{10} \leq 500$;
 8,9) площі під озимими: $x_1 + x_2 \geq 2400$, $x_1 + x_2 \leq 4000$;
 10) площа під травами на сіно: $x_{11} + x_{13} \geq 500$;
 11) площа під травами на зелений корм: $x_{12} + x_{14} \geq 600$;
 12) площа під картоплю: $x_{15} \geq 200$;
 13) витрати труда: $6x_1 + 6x_2 + 5x_3 + 4x_4 + 6x_5 + 6x_6 + 4,5x_7 + 7,5x_8 + 4x_9 + 120x_{10} + 6x_{11} + 5x_{12} + 6x_{13} + 5x_{14} + 100x_{15} + 4x_{16} + 20x_{17} \leq 300000$.

Далі складаємо числову модель задачі (табл.9.3.) для вводу даних до комп'ютера.

9.1.7. Вирішення задачі за допомогою комп'ютера

Основною обчислювальною процедурою, яка використовується при вирішенні задач лінійного програмування, слугує запропонований Джорджем Данцигом симплекс-метод.

Перед тим як приступити до безпосереднього використання симплекс-методу, усі нерівності обмежень повинні бути звернені в рівності. Цього домагаються, вводячи в кожне з нерівностей додаткову (так називану вільну) невід'ємну змінну таким чином, щоб вона компенсувала різницю між обома частинами даної нерівності. Ці вільні змінні мають смисл залишку ресурсів.

В нашій задачі оптимізації структури посівних площ усі обмеження після відповідних перетворень приймають вид:

- обмеження по площі пашні:
 $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{18} = 8000$;
- обмеження по площі природних сіножатей і пасовищ: $x_{16} = 500$;
- обмеження по площі садів:
 $x_{17} - x_{19} = 200$ і $x_{17} + x_{20} = 300$;
- обмеження по площі під зерновими:
 $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 - x_{21} = 4800$
- обмеження по площі під кормовими коренеплодами:
 $x_{10} - x_{22} = 400$ і $x_{10} + x_{23} = 500$;
- обмеження по площі під озимими:
 $x_1 + x_2 - x_{24} = 2400$ і $x_1 + x_2 + x_{25} = 4000$;
- обмеження по площі під травами на сіно: $x_{11} + x_{13} - x_{26} = 500$;
- обмеження по площі зелений корм: $x_{12} + x_{14} - x_{27} = 600$;
- обмеження по площі під картоплю: $x_{15} - x_{28} = 200$;
- обмеження по витратах труда:
 $6x_1 + 6x_2 + 5x_3 + 4x_4 + 6x_5 + 6x_6 + 4,5x_7 + 7,5x_8 + 4x_9 + 120x_{10} + 6x_{11} + 5x_{12} + 6x_{13} + 5x_{14} + 100x_{15} + 4x_{16} + 20x_{17} + x_{29} = 300000$

Таблиця 9.3 – Матриця числової моделі задачі оптимізації структури посівних площ

	Обмеження	Одиниці виміру	Озима пшениця	Озиме жито	Яриця	Ярове жито	Просо	Гречка	Овес	Горох	Ячмінь	Кормові коренеплоди	Однолітні трави на сіно	Однолітні трави на зелений корм	Багатолітні трави на сіно	Багатолітні трави на зелений корм	Картопля	Природні сіножаті й пасовища	Сади	Вид обмеження	Обсяг обмеження
			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇		
1	Площа пашні	га	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	≤	80000
2	Площа сіножатей і пасовищ	га	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	=	500
3	Площа садів	га	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≥	200
4	Площа садів	га	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≤	300
5	Площа під зерновими	га	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	4800
6	Площа під коренеплодами	га	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≥	400
7	Площа під коренеплодами	га	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≤	500
8	Площа під озимими	га	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	2400
9	Площа під озимими	га	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	4000
10	Площа під травами на сіно	га	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	≥	500
11	Площа під травами на корм	га	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	≥	600
12	Площа під картоплю	га	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≥	200
13	Витрати труда	л-дн	6	6	5	4	6	6	4,5	7,5	4	120	6	5	6	5	100	4	20	≤	30000 0
F	Цільова функція (прибуток)	гр	120	80	112,5	80	70	60	15	75	30	0	30	10	45	15	600	40	400	→	max

Вільні змінні, що включаються до нерівностей типу $\geq$ ($x_{19}, x_{21}, x_{22}, x_{24}, x_{26}, x_{27}, x_{28}$ у нашій задачі), називаються негативними ослабленнями, тому що фігурують у рівностях із знаком "мінус". Вільні змінні, що включаються в нерівності типу $\leq$ ($x_{18}, x_{20}, x_{23}, x_{25}, x_{29}$), називаються позитивними, тому що фігурують у рівностях із знаком "плюс".

Симплекс-метод є, по суті, двохфазною процедурою. Перша фаза полягає в знаходженні допустимого базисного розв'язку або вершин. Друга фаза являє собою ітераційну процедуру, що полягає в переміщенні від однієї вершини допустимих розв'язків до іншої, якої відповідає більше значення цільової функції (або менше, якщо задача на мінімум). Друга фаза продовжується доти, поки можливо поліпшення цільової функції (тобто поки не знайдено оптимальний розв'язок).

Досліднику, який вирішує задачу лінійного програмування, не обов'язково знати обчислювальні деталі симплекс-методу. Йому навряд чи доведеться користуватися їм "вручну", тому що завжди можна звернутися до готової програми.

До того ж реальні задачі майже без винятку бувають занадто громіздкими для вирішення вручну. Тому з практичної точки зору для користувача набагато важливіше познайомитися з пакетами стандартних програм і з інтерпретацією розв'язку, який можна одержати за їхньою допомогою.

Для вирішення задач оптимізації розроблена програма під кодовою назвою SIMPL.MCD. Складена програма є універсальною, тому що дозволяє вирішувати задачі лінійного програмування з будь-яким числом основних змінних і числом обмежень. У результаті вирішення задачі одержуємо:

- 1) Математичну модель.
- 2) Значення основних і додаткових змінних.
- 3) Значення цільової функції.
- 4) Післяоптимізаційний аналіз знайденого розв'язку.

Щоб знайти розв'язок конкретної задачі лінійного програмування допомогою програми SIMPL.MCD, необхідно певним чином підготувати вхідні дані задачі, ввести їх у персональний комп'ютер і здійснити управління процесом вирішення задачі, забезпечивши видачу необхідних результатів.

Таким чином, процес знаходження розв'язку конкретної задачі лінійного програмування з використанням даної програми включає наступні етапи:

- 1) Складають економіко-математичну модель задачі.
- 2) Основним змінним математичної моделі привласнюють імена.
- 3) Уводять вихідні дані.
- 4) Знаходять розв'язок задачі на персональному комп'ютері.
- 5) Проводять аналіз отриманого рішення

Розглянемо як приклад вирішення задачі оптимізації структури посівних площ за допомогою стандартної програми SIMPL. MCD.



Документ Mathcad 2001
Оптимізація структури посівних площ

Загальні відомості

Число змінних	▲	Число обмежень	▲	Напрямок екстремума
17		13		max ▼

► Формування змінних

Очистка

Математична модель

Змінні	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	Вид	Об'єм
ЦФ	120	80	113	80	70	60	15	75	30	0	30	10	45	15	600	40	400	→	max
Обм. 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	<	8000
Обм. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	=	500
Обм. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	>	200
Обм. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<	300
Обм. 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	>	4800
Обм. 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	>	400
Обм. 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<	500
Обм. 8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	>	2400
Обм. 9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<	4000
Обм. 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	>	500
Обм. 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	>	600
Обм. 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	>	200
Обм. 13	6	6	5	4	6	6	4,5	7,5	4	120	6	5	6	5	100	4	20	<	300000

► Оптимізація

Розв'язок задачі оптимізації

Значення оптимальних змінних

Змінна	Значення
X1	4000,0
X2	0,0
X3	800,0
X4	0,0
X5	0,0
X6	0,0
X7	0,0
X8	0,0
X9	0,0
X10	400,0
X11	0,0
X12	0,0
X13	500,0
X14	600,0
X15	1700,0
X16	500,0
X17	300,0

Значення цільової функції

ЦФ	Екстремум
1 761 500,000	max

Перевірка моделі

Обмеження	Одержано	Вид	Умова	Ослаблення
Обм. 1	8000,0	<	8000,0	0,0
Обм. 2	500,0	=	500,0	0,0
Обм. 3	300,0	>	200,0	100,0
Обм. 4	300,0	<	300,0	0,0
Обм. 5	4800,0	>	4800,0	0,0
Обм. 6	400,0	>	400,0	0,0
Обм. 7	400,0	<	500,0	100,0
Обм. 8	4000,0	>	2400,0	1600,0
Обм. 9	4000,0	<	4000,0	0,0
Обм. 10	500,0	>	500,0	0,0
Обм. 11	600,0	>	600,0	0,0
Обм. 12	1700,0	>	200,0	1500,0
Обм. 13	260000,0	<	300000,0	40000,0

Відповідно до цього розв'язку, для одержання максимального прибутку від рослинництва необхідно скласти таку структуру посівних площ: озима пшениця - 4000 га, яриця - 800 га, кормові коренеплоди - 400 га, багаторічні трави на сіно - 500 га, багаторічні трави на зелений корм - 600 га, картопля - 1700 га, природні сіножаті й пасовища - 500 га, сади - 300 га. Прибуток при цьому складе 1 млн. 761 тис. 500 гр.

9.2. Вирішення задачі визначення оптимального розподілу добрив

9.2.1. Постановка задачі

Розглянемо спрощену постановку задачі оптимізації розподілу добрив у господарстві по ділянках різної родючості. Виходячи з наявності в господарстві певної кількості мінеральних добрив, норм внесення добрив на різних ділянках (у центнерах діючої речовини на гектар) і встановлених посівних площ сільськогосподарських культур визначити, які види добрив, у яких сумішах, під які культури і на якій ділянці варто вносити, щоб досягти найбільшого економічного ефекту.

Приклад матриці числової моделі задачі оптимального розподілу добрив наведено в табл. 9.4.

Таблиця 9.4 – Матриця числової моделі задачі оптимізації розподілу добрив у господарстві.

№	Змінні Обмеження	Одиниці виміру	I ділянка			II ділянка			III ділянка			Вартість врожаю		Вид обмеження	Обсяг обмеження
			Озима пшениця	Ярове жито	Картопля	Озима пшениця	Ярове жито	Картопля	Озима пшениця	Ярове жито	Картопля	без внесення добрив	внесення		
			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁		
1	Площа I ділянки	га	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	400
2	Площа II ділянки	га	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	≤	600
3	Площа III ділянки	га	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	≤	800
4	Площа озимої пшениці	га	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	≥	700
5	Площа ярового жита	га	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	≥	500
6	Площа картоплі	га	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	≥	200
7	Азотні добрива	цд. р.	0,6	0,65	0,7	0,65	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0	0	≤	1200
8	Фосфорні добрива	цд. р.	0,5	0,52	0,6	0,52	0,5	0,6	0,65	0,5	0,6	0	0	≤	1100
9	Калійні добрива	цд. р.	0,6	0,62	0,8	0,65	0,6	0,75	0,8	0,7	0,9	0	0	≤	1400
10	Гній	т	20	20	30	22	21	35	25	24	40	0	0	≤	45000
11	Вартість продукції без внесення добрив	гр	120	88	640	144	110	800	160	132	960	-1	0	=	0
12	Вартість продукції за ра-хунок внесення добрив	гр	120	110	708	120	111	780	128	110	980	0	-1	=	0
13	Вартість усієї продукції	гр	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	→	max

Далі наведено документ Mathcad для вирішення цієї задачі.

9.2.2. Вирішення задачі за допомогою комп'ютера

Документ *Mathcad*

Визначення оптимального розподілу добрив

Введемо число змінних: $n := 11$

Введемо індекс змінних: $i := 1..n$

Введемо початкові значення змінних: $X_i := 0$

Складемо цільову функцію

(вартість усієї продукції): $f(X) := X_{10} + X_{11}$

Складемо систему обмежень:

Given (ключове слово початку розв'язувального блока)

Обмеження по площі ділянок:

1 ділянка

2 ділянка

3 ділянка

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 400$$

$$X_4 + X_5 + X_6 \leq 600$$

$$X_7 + X_8 + X_9 \leq 800$$

Обмеження по площам, що відводяться під оброблювані культури:

озима пшениця

ярове жито

картопля

$$X_1 + X_4 + X_7 \geq 700$$

$$X_2 + X_5 + X_8 \geq 500$$

$$X_3 + X_6 + X_9 \geq 200$$

Обмеження по внесенню добрив:

азотні добрива

$$0.6 X_1 + 0.65 X_2 + 0.7 X_3 + 0.65 X_4 + 0.6 X_5 + 0.7 X_6 + 0.7 X_7 + 0.6 X_8 + 0.7 X_9 \leq 1200$$

фосфорні добрива

$$0.5 X_1 + 0.52 X_2 + 0.6 X_3 + 0.52 X_4 + 0.5 X_5 + 0.6 X_6 + 0.65 X_7 + 0.5 X_8 + 0.6 X_9 \leq 1100$$

калійні добрива

$$0.6 X_1 + 0.62 X_2 + 0.8 X_3 + 0.65 X_4 + 0.6 X_5 + 0.75 X_6 + 0.8 X_7 + 0.7 X_8 + 0.9 X_9 \leq 1400$$

гній

$$20 X_1 + 20 X_2 + 30 X_3 + 22 X_4 + 21 X_5 + 35 X_6 + 25 X_7 + 24 X_8 + 40 X_9 \leq 45000$$

Вартість продукції без внесення добрив:

$$120 X_1 + 88 X_2 + 640 X_3 + 144 X_4 + 110 X_5 + 800 X_6 + 160 X_7 + 132 X_8 + 960 X_9 - X_{10} = 0$$

Вартість продукції за рахунок внесення добрив:

$$120 X_1 + 110 X_2 + 708 X_3 + 120 X_4 + 111 X_5 + 780 X_6 + 128 X_7 + 110 X_8 + 980 X_9 - X_{11} = 0$$

Умови невід'ємності змінних:

$$X_1 \geq 0 \quad X_2 \geq 0 \quad X_3 \geq 0 \quad X_4 \geq 0 \quad X_5 \geq 0 \quad X_6 \geq 0 \quad X_7 \geq 0 \quad X_8 \geq 0 \quad X_9 \geq 0 \quad X_{10} \geq 0 \\ X_{11} \geq 0$$

Знаходимо оптимальні значення змінних (елементи вектора X),

при яких цільова функція (f) досягає максимуму: $X := \text{Maximize}(f, X)$

Оптимальні значення змінних:

	озима пшениця	ярове жито	картопля
1 ділянка	$X_1 = 400$	$X_2 = 0$	$X_3 = 0$
2 ділянка	$X_4 = 100$	$X_5 = 500$	$X_6 = 0$
3 ділянка	$X_7 = 200$	$X_8 = 0$	$X_9 = 482.5$

Вартість продукції без внесення добрив: $X_{10} = 612600$

Вартість продукції за рахунок внесення добрив: $X_{11} = 613950$

Максимально можлива вартість усієї продукції: $f(X) = 1226550$

Перевіряємо и аналізуємо виконання обмежень:

Обмеження по площі ділянок:

1 ділянка	2 ділянка	3 ділянка
$X_1 + X_2 + X_3 \leq 400$	$X_4 + X_5 + X_6 \leq 600$	$X_7 + X_8 + X_9 \leq 800$
$X_1 + X_2 + X_3 = 400$	$X_4 + X_5 + X_6 = 600$	$X_7 + X_8 + X_9 = 682.5$

Обмеження по площам, що відводяться під оброблювані культури:

озима пшениця	ярове жито	картопля
$X_1 + X_4 + X_7 \geq 700$	$X_2 + X_5 + X_8 \geq 500$	$X_3 + X_6 + X_9 \geq 200$
$X_1 + X_4 + X_7 = 700$	$X_2 + X_5 + X_8 = 500$	$X_3 + X_6 + X_9 = 482.5$

Обмеження по внесенню добрив:

азотні добрива

$$0.6 X_1 + 0.65 X_2 + 0.7 X_3 + 0.65 X_4 + 0.6 X_5 + 0.7 X_6 + 0.7 X_7 + 0.6 X_8 + 0.7 X_9 \leq 1200$$

$$0.6 X_1 + 0.65 X_2 + 0.7 X_3 + 0.65 X_4 + 0.6 X_5 + 0.7 X_6 + 0.7 X_7 + 0.6 X_8 + 0.7 X_9 = 1082.75$$

фосфорні добрива

$$0.5 X_1 + 0.52 X_2 + 0.6 X_3 + 0.52 X_4 + 0.5 X_5 + 0.6 X_6 + 0.65 X_7 + 0.5 X_8 + 0.6 X_9 \leq 1100$$

$$0.5 X_1 + 0.52 X_2 + 0.6 X_3 + 0.52 X_4 + 0.5 X_5 + 0.6 X_6 + 0.65 X_7 + 0.5 X_8 + 0.6 X_9 = 921.5$$

калійні добрива

$$0.6 X_1 + 0.62 X_2 + 0.8 X_3 + 0.65 X_4 + 0.6 X_5 + 0.75 X_6 + 0.8 X_7 + 0.7 X_8 + 0.9 X_9 \leq 1400$$

$$0.6 X_1 + 0.62 X_2 + 0.8 X_3 + 0.65 X_4 + 0.6 X_5 + 0.75 X_6 + 0.8 X_7 + 0.7 X_8 + 0.9 X_9 = 1199.25$$

гній

$$20 X_1 + 20 X_2 + 30 X_3 + 22 X_4 + 21 X_5 + 35 X_6 + 25 X_7 + 24 X_8 + 40 X_9 \leq 45000$$

$$20 X_1 + 20 X_2 + 30 X_3 + 22 X_4 + 21 X_5 + 35 X_6 + 25 X_7 + 24 X_8 + 40 X_9 = 45000$$

У цьому документі жирним шрифтом виділений пояснюючий текст, що не впливає на хід виконання програми, а слугує тільки для правильного розуміння практичної й математичної суті розв'язуваної задачі. Таким чином, дана програма містить наочну економіко-математичну модель задачі оптимального розподілу добрив у господарстві, записану в розгорнутому вигляді, а також алгоритм і аналіз її розв'язку. Наочність і прозорість цього документа дозволить читачеві самостійно скласти подібний документ для розв'язання будь-якої практичної оптимізаційної задачі, як лінійного, так і нелінійного програмування. Проте, такого роду документи скоріше доцільно використовувати в учбово-методичних цілях. Для вирішення практичних задач створення щораз нового документа не зовсім зручно.



Документ Mathcad 2001

Визначення оптимального розподілу добрив

Загальні відомості

Число змінних	▲	Число обмежень	▲	Напрямок екстремума
11		12		max ▼

► Формування змінних

Очистка

Математична модель

Змінні	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	Вид	Об'єм
ЦФ										1	1		
Обм. 1	1	1	1									<	400
Обм. 2				1	1	1						<	600
Обм. 3							1	1	1			<	800
Обм. 4	1			1			1					>	700
Обм. 5		1			1			1				>	500
Обм. 6			1			1			1			>	200
Обм. 7	0,6	0,65	0,7	0,65	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7			<	1200
Обм. 8	0,5	0,52	0,6	0,52	0,5	0,6	0,65	0,5	0,6			<	1100
Обм. 9	0,6	0,62	0,8	0,65	0,6	0,75	0,8	0,7	0,9			<	1400
Обм. 10	20	20	30	22	21	35	25	24	40			<	45000
Обм. 11	120	88	640	144	110	800	160	132	960	-1		=	0
Обм. 12	120	110	708	120	111	780	128	110	980	0	-1	=	0

► Оптимізація

Розв'язок задачі оптимізації

Значення оптимальних змінних

Змінна	Значення
X1	400,000
X2	0,000
X3	0,000
X4	100,000
X5	500,000
X6	0,000
X7	200,000
X8	0,000
X9	482,500
X10	612600,000
X11	613950,000

Значення цільової функції

ЦФ	Екстремум
1 226 550,000	max

Перевірка моделі

Обмеження	Одержано	Вид	Умова	Ослаблення
Обм. 1	400,0	<	400,0	0,0
Обм. 2	600,0	<	600,0	0,0
Обм. 3	682,5	<	800,0	117,5
Обм. 4	700,0	>	700,0	0,0
Обм. 5	500,0	>	500,0	0,0
Обм. 6	482,5	>	200,0	282,5
Обм. 7	1082,8	<	1200,0	117,3
Обм. 8	921,5	<	1100,0	178,5
Обм. 9	1199,3	<	1400,0	200,8
Обм. 10	45000,0	<	45000,0	0,0
Обм. 11	0,0	=	0,0	0,0
Обм. 12	0,0	=	0,0	0,0

9.3. Транспортна задача лінійного програмування

9.3.1. Математична постановка задачі

Загальна постановка транспортної задачі складається у визначенні оптимального плану перевезень деякого однорідного вантажу з m пунктів відправлення $A_1, A_2, \dots, A_m$ у n пунктів призначення $B_1, B_2, \dots, B_n$. При цьому в якості критерію оптимальності звичайно береться мінімальна вартість перевезень усього вантажу. Позначимо через c_{ij} тарифи перевезення одиниці вантажу з i -го пункту відправлення в j -й пункт призначення, через a_i - запаси вантажу в i -му пункті відправлення, через b_j – попит у вантажі в j -му пункті призначення, а через x_{ij} – кількість одиниць вантажу, перевезеного з i -го пункту відправлення в j -й пункт призначення. Тоді математична постановка транспортної задачі складається у визначенні мінімального значення функції:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

при умовах:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1, n})$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = \overline{1, m})$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n})$$

9.3.2. Практичний приклад

Потрібно скласти план розміщення посівів зернових культур по ділянках різної родючості так, щоб загальний врожай був максимальним. Дані приведені в табл. 9.4.

Таблиця 9.4 – Вихідні дані задачі оптимального розміщення посівів

Культури	Врожайність по ділянках (ц/га)				Площа, що відводиться під культуру (га)
	I	II	III	IV	
Пшениця	34	28	32	30	1300
Жито	24	20	26	22	930
Ячмінь	25	30	27	26	1150
Просо	18	22	24	20	1050
Площа ділянок (га)	1200	950	1580	700	4430

Розв'язання. Складемо математичну модель задачі. Позначимо через x_{ij} – площу j -ої ділянки, що відводиться під i -у культуру. Тоді змінні x_{ij} повинні задовольняти таким рівнянням:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 1300$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 930$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 1150$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} = 1050$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 1200$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 950$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 1580$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 700$$

Змінні x_{ij} повинні задовольняти також умові невід'ємності:

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1,4}; \quad j = \overline{1,4})$$

Серед усіх можливих значень невідомих x_{ij} , які задовольняють усім рівнянням, потрібно знайти таке, при якому лінійна функція:

$$F = 34x_{11} + 28x_{12} + 32x_{13} + 30x_{14} + 24x_{21} + 20x_{22} + 26x_{23} + 22x_{24} + 25x_{31} + 30x_{32} + 27x_{33} + 26x_{34} + 18x_{41} + 22x_{42} + 24x_{43} + 20x_{44}$$

приймає найбільше значення.

9.3.3. Вирішення задачі за допомогою комп'ютера

Для вирішення задач оптимізації розроблена програма, що записана на дискеті під кодовою назвою TRANSP.MCD. Складена програма є універсальною, тому що дозволяє вирішувати транспортну задачу лінійного програмування з будь-якою кількістю пунктів відправлення й пунктів призначення. У результаті рішення задачі одержуємо:

- 1) Значення основних змінних.
- 2) Значення цільової функції.
- 3) Післяоптимізаційний аналіз знайденого розв'язку.

Щоб знайти розв'язок конкретної задачі за допомогою програми TRANSP.MCD, необхідно певним чином підготувати вихідні дані задачі, увести їх у комп'ютер і здійснити керування процесом рішення задачі, забезпечивши видачу необхідних результатів.

Процес вирішення конкретної задачі з використанням даної програми включає такі етапи:

- 1) Уводять вихідні дані.
- 2) Знаходять розв'язок задачі на комп'ютері.
- 3) Проводять аналіз отриманого розв'язку.

Роздивимося як приклад вирішення задачі оптимізації розміщення посівів зернових культур по ділянках різної родючості посівних площ за допомогою стандартної програми TRANSP. MCD.



Загальні відомості

► Формування змінних-

Матриця тарифів

260

Результати розв'язку

Матриця тарифів

	Призначення	B1	B2	B3	B4			
Постачання	max	1200	950	1580	700			
A1	1300	34	28	32	30			
A2	930	24	20	26	22			
A3	1150	25	30	27	26			
A4	1050	18	22	24	20			

Матриця перевезень

	Призначення	B1	B2	B3	B4			
Постачання	max	1200	950	1580	700			
A1	1300	1200	0	0	100			
A2	930	0	0	530	400			
A3	1150	0	950	0	200			
A4	1050	0	0	1050	0			

Матриця вартості

125280	Призначення	B1	B2	B3	B4			
Постачання	max	1200	950	1580	700			
A1	1300	40800	0	0	3000			
A2	930	0	0	13780	8800			
A3	1150	0	28500	0	5200			
A4	1050	0	0	25200	0			

Значення цільової функції:

F = 125280

Контрольні питання:

1. Який запис має канонічна форма задачі лінійного програмування (ЗЛП)?
2. Що таке опорний план ЗЛП?
3. Як і з якою метою будується фіктивний базис симплексного методу розв'язання ЗЛП?
4. За яких умов транспортна задача (ТЗ) називається збалансованою, за яких – незбалансованою?
5. Як незбалансовану модель привести до збалансованої?
6. Скільки компонент повинно бути в опорному плані?
7. За яких умов ТЗ називається виродженою?
8. Що таке цикл у розподільчій матриці ТЗ?
9. Метод потенціалів розв'язання транспортної задачі.
10. За яких умов наявний план перевезення буде оптимальним?

10. ПОБУДОВА ТА АДАПТАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В АГРОСФЕРІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

10.1. Стан та проблеми створення інформаційних систем в сільськогосподарському виробництві

Управління – це вплив на об'єкт, вибраний з множини впливів на основі інформації, яка є в розпорядженні та забезпечуючий його цілеспрямовану поведінку і розвиток при зовнішніх умовах, що змінюються.

Широке застосування комп'ютерної техніки дає змогу значно підвищити ефективність управління за рахунок створення АСУ.

АСУ – це сукупність економіко-математичних методів, технічних засобів і організаційних комплексів, що забезпечують раціональне управління складним об'єктом у відповідності з заданою ціллю.

При застосуванні АСУ ефективність управління виробництвом зростає за рахунок виконання системою таких важливих функцій як збирання, зберігання і передача інформації, обробка інформації, видача управляючих рішень.

Для адаптації АСУ до умов конкретного регіону застосовуються ГІС-технології, які надають можливість оцінки і типізації масивів земель та визначення їх сільськогосподарської придатності.

10.1.1. Особливості об'єкту досліджень

Галузь землеробства – це взаємопов'язаний комплекс агрономічних, меліоративних, економічних і організаційних засобів, всі ланки якого (сівозміни, обробіток ґрунту, добрива, зрошення, боротьба з шкідниками, хворобами, бур'янами та інші), спрямовані на раціональне використання землі, природних, матеріально-технічних ресурсів, через отримання стабільних високих урожаїв сільськогосподарських культур і підвищення родючості ґрунтів. Науково обґрунтована система землеробства об'єднує в собі всі досягнення науки і виробництва в землеробстві, рослинництві, агрохімії, фізіології рослин, меліорації, механізації, агрометеорології, економіки і організації сільськогосподарського виробництва.

Таким чином можна зробити висновок, що землеробство – складний об'єкт, який складається з ланок різного рівня.

В основі знаходяться конкретні поля, зростаючі на них культури, фактори впливу з їх взаємовідносинами та засоби їх регулювання. На верхньому рівні стоять ланки основних і супутніх галузей землеробства, технологій вирощування культур, ґрунтів, економічних та організаційних систем.

10.1.2. Підходи до вивчення складних систем

Сільськогосподарське виробництво є складна система, при вивченні якої повинен бути розкритий весь комплекс питань, які необхідно вирішити для того, щоб система управління відповідала рівню розвитку об'єкту. Це повинні бути і технічні, і економічні, і організаційні питання. Тільки після такого системного аналізу визначається ступінь та етапність автоматизації задач управління.

На сучасному етапі розвитку сільського господарства, при великому обсязі знань про закономірності функціонування посівів (агрофітоценозів) і обмежених матеріальних і фінансових ресурсах для прийняття рішень, необхідні наукові методи управління. Потрібно враховувати велику кількість даних про генетичні особливості та фізіологічний стан рослин в посівах, а також агрохімічні, агротехнічні, економічні та інші фактори. Крім того, на ріст і розвиток рослин в природних умовах впливають багаточислені фактори, а ефект кожного з них залежить від інших факторів.

Все це вказує на необхідність застосування системного (комплексного) підходу до вивчення об'єкту досліджень та його управління.

У зв'язку з ростом масштабів задач що вирішуються, їх складності все частіше виникає необхідність вирішувати задачі оптимального управління "складними системами", які включають велику кількість елементів і підсистем й організовані, як правило, по ієрархічному принципу. Оптимізуючи роботу однієї ланки складної системи, неможливо забувати про зв'язки між різними ланками цієї системи, між різними рівнями ієрархії. Не можна виривати з ланцюга одну ланку і розглядати її забувши про всі інші. Для цього застосовується метод "декомпозиції" великих систем на автономні елементи – підсистеми і навпаки, метод "композиційної" побудови більш складної системи з автономних блоків підсистем за допомогою загального блоку управління.

На практиці "системний підхід" в дослідженні операцій зводиться до того, що кожен ланку, робота якої оптимізується, слід розглядати як частину більш великої і складної системи, і виявити як її робота впливає на роботу більш складної системи.

Методологія системного підходу орієнтує дослідника на виявлення різноманіття зв'язків і взаємовідношень зовнішніх властивостей.

Системний підхід виступає як одне з загально-наукових методологічних спрямувань особливого типу, призначених забезпечити інтеграцію наукових знань з метою підвищення їх практичної ефективності. Це означає, що дані спеціальних наук та їх теоретичні побудови переглядаються по іншому та об'єднуються способом системних методів досліджень.

Системний підхід вирішує такі задачі: розробка концептуальних змістовних та формалізованих засобів представлення досліджуваних

об'єктів як систем; побудова різного рівня і класу моделей систем; дослідження методологічних системних теорій.

Вважається, що даний підхід допомагає формалізувати процеси, послідовно застосовувати аналітичні і модельні методи при вивченні систем з великою кількістю змінних різного рівня дослідження.

Системний аналіз як метод системного підходу

Дослідження системи розвиваються за двома напрямками:

1. Аналіз – вивчення системи, її побудови, взаємодії частин та її математичне описання.
2. Синтез – відтворення системи, побудова її математичної моделі та перевірка її в дії.

Ці напрямки взаємопов'язані. У. Росс Ешбі відмічав, що аналіз тільки тоді точний, коли він описує явища кількісно і якісно в логічно бездоганних висновках та вірогідних числах, перевірених на досліді - синтезі. Факти, отримані в результаті експериментів і спостережень самі по собі не дають наукових знань. Вони виникають лише тоді, коли встановлені їх зв'язки та відносини з іншими факторами цієї системи. При цьому має значення тільки цілеспрямоване отримання даних.

При синтезі – дослідній перевірці моделі, слід враховувати, що частота відноситься до минулого, а ймовірність – до майбутнього. Будь-яка оцінка ймовірності прямо або посередньо говорить не про подію, а про цілу серію подій, про їх послідовність і чим довше ця послідовність, тим більше ймовірність збігу з відносною частотою тих варіантів подій, які виділяються – можливість утримати елементи в необхідних нам межах параметрів їх змін для утримання системи у відносно врівноваженому (стабільному) стані.

Системний аналіз – це сукупність прийомів і методів для вивчення складних об'єктів, або узагальнених динамічних систем – сукупності взаємопов'язаних об'єктів і процесів, які змінюються у часі.

Дослідження цих систем в системному аналізі можна розбити на такі етапи:

1. Постановка задачі – визначення об'єкту досліджень, визначення мети, а також критеріїв для вивчення цього об'єкту і управління ним.
2. Визначення меж системи яку вивчаємо і її первісна структуризація.
3. Створення математичної моделі:
 - а) параметризація;
 - б) встановлення залежностей між параметрами;
 - в) розгалуження на підсистеми.
4. Прогноз розвитку системи.
5. Імітаційне моделювання – для вивчення поведінки системи в загальному вигляді:
 - а) аналіз результатів;
 - б) вибір варіантів.

У відповідності з методологією системного аналізу вивчення починають з виявлення загальної мети досліджуваної системи. Загальна мета системи визначається її призначенням. Призначення визначає основну функцію системи. Можлива наявність у системи кількох функцій, при чому деякі з них по значенню близькі до основної (використання дощувальних агрегатів для внесення добрив з поливною водою). При вивченні системи слід виявити всі функції, які вона може виконувати, розподілити їх по пріоритету, та встановити взаємозв'язки між ними.

Черговим кроком є вивчення структури системи.

Далі йде вивчення самого процесу функціонування системи, технології її діяльності, що зручно представити у вигляді графічної блок-схеми.

В результаті вивчення системи в цілому, формують мету, критерії ефективності її функціонування і розвитку, встановлюють обмеження. Складність визначення мети і критеріїв ефективності для системи пов'язана з тим, що складні системи, як правило, багатоцільові і багатокритеріальні. В сучасних умовах найбільш ефективним, якщо не єдиним, є метод експертних оцінок, який дозволяє визначити набір цілей та їх пріоритети, а також перелік критеріїв і вагових оцінок для них.

10.1.3. Вибір задачі

На основі вивчення і аналізу сільськогосподарських підприємств визначають функції управління, які підлягають автоматизації, з урахуванням рекомендованого переліку функціональних підсистем, виявлених факторів, позитивно і негативно впливаючих на підвищення ефективності діяльності підприємств, ступеню й характеру підготовленості об'єкту до переходу на використання економіко-математичних методів і обчислювальної техніки в управлінні. При цьому, найбільш важливими є дві обставини: вплив виділених функцій управління на кінцевий результат – підвищення ефективності функціонування системи, та забезпечення автоматизації виділеної функції, таким чином, щоб комплекс задач, які реалізують, не переривався окремими задачами, що вирішуються в іншому режимі (не було пересічних задач).

Крім того витрати на автоматизацію рішення задачі не повинні перевищувати ефект від її вирішення.

10.1.4. Математичне моделювання як метод пізнання і засіб управління

Кожна модель, незалежно від мети її використання – дослідження або управління – оснований на "суміші" спостережень, знань і припущень. Для дослідницької моделі припустимо, і навіть бажано, щоб доля останніх була якомога більше. До моделей управління пред'являються

протилежні вимоги, і, більш того, необхідно, щоб знання і факти, які переважно використовуються при моделюванні, мали достатню достовірність. Великі моделі, якщо цілі їх недостатньо визначені, на відміну від малих, приховують в собі небезпеку, що їх результати будуть позбавлені всілякої цінності як для дослідника, так і для виробника.

Наведене вище дозволяє сформулювати ряд положень, з яких впливає ефективність цього апарата в застосуванні до різноманітних агробіологічних задач.

1. Гіпотези, виражені математично, можуть служити кількісним описанням біологічної або сільськогосподарської проблеми і, тим самим, допомагати більш глибокому її розумінню.
2. Вимоги, які пред'являються моделлю до математичної завершеності описання, дозволяють побудувати визначену концептуальну основу, і з її допомогою чітко обмежити ті області, де знання проблеми ще недостатні, таким чином, стимулювати виникнення нових ідей та проведення експериментальних досліджень.
3. Математична модель часто підказує спосіб представлення результатів наукових досліджень в формі, зручній для використання в практиці.
4. Завдяки моделі може бути оцінена кількісно економічна ефективність результатів наукових досліджень, що стимулює оперативне їх впровадження у виробництво.
5. Математичне моделювання, за допомогою якого можна отримати відповідь на те або інше питання, а також зробити обґрунтований вибір з ряду альтернативних стратегій, надає можливість скоротити об'єм довгострокових і дорогих експериментальних робіт, виконання яких було б необхідним при відсутності відповідних моделей.
6. При дослідженні складних багатокomпонентних об'єктів модель дозволяє об'єднати розрізнені знання, які торкаються різних частин такої системи, і виробити концепцію її поведінки як єдиного цілого.
7. За допомогою моделі можна обрати найбільш раціональні стратегію і тактику реалізації дослідницьких програм, забезпечуючи необхідну детальність вивчення спеціальних питань і кооперацію окремих напрямків дослідження.
8. Математична модель – потужний засіб узагальнення різнорідних даних про об'єкт, який дозволяє здійснити як інтерполяцію (відновлення недостаючої інформації про минуле), так і екстраполяцію (прогнозування майбутньої поведінки об'єкту).
9. Добре сконструйована модель дозволяє найбільш повно використовувати дані, отримання яких, враховуючи зростаючі вимоги до точності, обходяться дорого.

10. Прогнозуюча здібність моделі може бути спрямована на досягнення самих різноманітних цілей: планування розвитку господарських об'єктів, вибір найбільш раціональних стратегій оперативного управління. Наприклад модель допомагає відповідати на питання типу "що якщо?": як зміниться урожайність культури, якщо вдвічі зменшиться опір пересуванню поживних речовин в рослині.

Основні типи моделей, які застосовуються в рослинництві

Елементарні балансові моделі урожаю. Ці моделі представляють рівняння зв'язку продуктивності земель з узагальненими агрокліматичними і ґрунтовими показниками, дозволяють приблизно прогнозувати можливу продуктивність посівів, розраховувати необхідну кількість внесення добрив під запланований урожай, строки й норми проведення посівів с.- г. культур тощо.

Серед моделей прогнозування можливого рівня урожайності слід відзначити такі, як модель по біогідротермічному потенціалу продуктивності (БГПП) залежність урожаю від гідротермічного потенціалу, який включає взаємовплив світла, тепла і вологи:

$$K_p = \frac{W \cdot T_v}{36R}, \quad (10.1)$$

де K_p – біогідротермічний потенціал продуктивності, бал;

W – продуктивна волога, мм;

T_v – період вегетації, число декад;

R – радіаційний баланс за цей період, Ккал/см².

Перехід від балу до урожаю проводиться за формулою:

$$Y_6 = B \cdot K_p, \quad (10.2)$$

де Y_6 – урожай біомаси, а B – емпіричний коефіцієнт, який залежить від виду, сорту рослин, умов живлення, рівня агротехніки та інших.

Модель по біокліматичному показнику продуктивності (БКП):

$$\text{БКП} = K_p \frac{\sum t > 10^\circ}{1000^\circ}, \quad (10.3)$$

де БКП – біокліматичний показник продуктивності;

$\sum t > 10^\circ$ – сума температур вище 10;

Врожай розраховується за формулою: $Y = B \cdot \text{БКП}$, де B – емпіричний коефіцієнт який залежить від неврахованих в рівнянні факторів.

Модель по скоригованій величині W , визначеною залежністю: $W = cd \cdot \text{БКП}$, де d - коефіцієнт вологозабезпеченості; c - коефіцієнт забезпеченості рослин поживними речовинами, який дорівнює відношенню фактичних норм добрив, внесених в ґрунт у поточному році до якоїсь оптимальної норми. Для розрахунку урожаю, як і в попередніх випадках, використовують лінійну залежність $Y = a + B \cdot W$, де a і B - коефіцієнти.

Модель Білоруського НДІ ґрунтознавства і агрохімії, крім кліматичних факторів, про які говорилось вище враховуються потенційна родючість ґрунтів і норми добрив (які внесли або планується внести під визначену культуру):

$$y = \frac{(B \cdot C_b) + (D_{NPK} \cdot O_{NPK}) + (D_{o.y.} \cdot O_{o.y.})}{100}, \quad (10.4)$$

де УДМ - дійсно можливий урожай, ц/га;

Б - бонітет ґрунту, балів;

C_b - ціна балу бонітету, кг/га;

D_{NPK} , $D_{o.y.}$ - відповідно дози мінеральних добрив, кг/га;

O_{NPK} , $O_{o.y.}$ - відповідно окупність 1 кг мінеральних і 1 т органічних добрив ц/кг продукції.

Модель Українського НДІ зрошуваного землеробства, відрізняється від розрахунку УДМ тим, що включається наявність матеріально-технічних засобів, кваліфікація людей, які беруть участь у прийнятті рішень і виконавців, особливістю стану ґрунту, зрошуваної системи та інші умови і рівні господарювання які визначають ресурсо- і технологічно забезпечений урожай (РЗУ).

$$Y = [B \cdot C_b \cdot K_n + (D_{NPK} \cdot O_{NPK} + D_{o.y.} \cdot O_{o.y.})] \cdot K_p \cdot K_\phi \cdot 0,01, \quad (10.5)$$

де крім вже розшифрованих у попередньому рівнянні показників застосовано спеціальні коефіцієнти:

K_n - несприятливі властивості ґрунтів (щебнюватість, засоленість);

K_ϕ - фондооснащення;

K_p - рівень господарювання.

Моделі визначення норми внесення добрив.

Балансова модель розрахунку норми мінеральних добрив:

$$D = \frac{100 \cdot Y \cdot B - \Pi \cdot K_\Pi}{K_y \cdot C_y}, \quad (10.6)$$

де D - необхідна норма мінерального добрива визначеного виду, ц/га;

Y - запланована урожайність, ц/га;

B - винос конкретного елемента живлення з 1 ц урожаю, кг;

Π - вміст елемента живлення в ґрунті, кг/га;

K_Π , K_y - коефіцієнти використання елемента відповідно з ґрунту і добрив, %;

C_y - вміст елемента живлення в даному виді мінерального добрива, %.

Нормативні моделі:

без внесення органічних добрив:

$$D_M = (Y_\Pi \cdot 100 - B \cdot C_b) : O_M \quad (10.7)$$

при внесенні органічних добрив:

$$D_M = (Y_\Pi \cdot 100 - (B \cdot C_b + D_o \cdot O_o)) : O_M, \quad (10.8)$$

де D_M - сумарна норма NР і К, ц/га;

$У_{\Pi}$ - запланований урожай, ц/га;

$Б$ - бонітет ґрунту, балів;

$Ц_6$ - ціна балу, кг продукції;

$Д_о$ - доза органічного добрива, т/га;

$О_о, О_м$ - окупність відповідно 1 т органічних і 1 кг мінеральних добрив приростом урожаю, кг.

Моделі загального водоспоживання і розрахунків поливної та зрошувальної норм. Біофізичні моделі (УНДІЗЗ): у період від сходів до повного затінення поверхні ґрунту рослинами і наприкінці вегетації:

$$E_1 = \sum T \left(0,1t - \frac{A}{100} \right), \quad (10.9)$$

в інші періоди

$$E_2 = \sum T \left(0,1t - \frac{A}{100} \right), \quad (10.10)$$

де E_1 та E_2 - сумарне водоспоживання, мм;

$\sum T$ - сума середньодобових температур, $^{\circ}\text{C}$;

t - середньодобова температура повітря за розрахунковий період, $^{\circ}\text{C}$;

A - середня вологість повітря за розрахунковий період.

Модель УкрНДІГіМ:

$$E = K \cdot \sum d, \quad (10.11)$$

де K - біологічний коефіцієнт випаровування; $\sum d$ - сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за розрахунковий період.

Розрахунок зрошувальної норми проводиться за допомогою рівняння:

$$M = E - (\Delta W + P + Q), \quad (10.12)$$

де M - зрошувальна норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

E - сумарне водоспоживання, $\text{м}^3/\text{га}$;

ΔW - витрати запасів продуктивної вологи за вегетаційний період, $\text{м}^3/\text{га}$;

P - кількість опадів за період вегетації, $\text{м}^3/\text{га}$;

Q - волога, використана культурою з ґрунтових вод, $\text{м}^3/\text{га}$.

Норму поливу можна визначити з рівняння:

$$M = H \cdot O \cdot (W_{\text{нв}} - W_{\text{ф}}) \cdot 100, \quad (10.13)$$

де H - розрахунковий шар ґрунту, м;

O - об'ємна маса ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$;

$W_{\text{нв}}$ - найменша вологоємність, %;

$W_{\text{ф}}$ - фактична вологоємність розрахункового шару ґрунту перед плановим поливом, %.

Математико-статистичні моделі:

Широке застосування у науково-дослідній роботі і виробництві має метод математичного аналізу виробничих функцій. Особливо це можна віднести до кореляційно-регресивного моделювання.

Під функціональною залежністю слід розуміти таку залежність між двома величинами, коли визначеному значенню однієї величини (незалежної змінної, аргумента) відповідає строго означене значення другої (залежної змінної, функції).

Ця ідея започаткована в кінці 70-х років XIX століття, у зв'язку з дослідженням питань спадщини кількісних ознак батьків спадкоємцями. Для чого було використано рівняння регресії і введено термін "кореляція" (співвідношення). Пізніше, розвиваючи теорію кореляції, почали користуватися "коефіцієнтом кореляції" як вимірювачем сили зв'язку.

В результаті розвитку цих досліджень було розроблено математичний метод вимірювання повноти зв'язку між явищами - метод кореляції. Суть цього методу в пошуках зв'язків однієї ознаки з іншою (парна кореляція) або з групою інших (множна кореляція). Найбільше цей метод у виробництві застосовувався як елемент методу вирощування запрограмованих урожаїв сільськогосподарських культур, де використовувалися результати кореляційного аналізу у вигляді рівнянь регресії, які виражають кількісний зв'язок урожаю з факторами виробництва, до яких відносяться як матеріально-технічні і економічні ресурси так і агрокліматичні показники родючості ґрунту.

В дослідженнях зв'язку урожаю з агрокліматичними і агротехнічними факторами використовуються різні види функцій.

Залежність урожаю культури з визначеним генетичним потенціалом (Y_n) від факторів середовища - світла, тепла, вологи, живлення і т. д. ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) - має нелінійний експоненціальний характер (рис. 10.1) і в загальному вигляді описується таким рівнянням:

$$Y = Y_n [1 - e^{-F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)}], \quad (10.14)$$

Рис. 10.1. Залежність урожаю від факторів середовища

З рис. 10.1. і наведеного рівняння видно, що із збільшенням дози вказаних факторів урожай збільшується, але до певної межі, після чого подальше її збільшення вже не забезпечує додатку урожаю і навіть може привести до його зниження (переривиста крива).

Для відображення біологічних процесів, величина яких у часі в залежності від зовнішніх факторів має вид S - образної кривої, більш придатна логістична функція $Y=a:(1+be^{-cx})$. При вивченні дії добрив на урожай добре наближення до фактичних даних дають квадратична $Y=a+vx+cx^2$ і кубічна $Y = a + vx + cx^2 + dx^3$, де a, v, c, d - коефіцієнти, x - фактор середовища, функції, а також функції Спілмана $Y = M - AP^x$, де M - максимальний урожай при оптимальному значенні фактора x ; P - постійна величина, визначаюча ступінь зменшення послідовних додатків урожаю; степенева $Y = ax e^{-cx}$ функції. Для опису зв'язку урожаю з віком травостою (для багаторічних трав), залежності його від площі живлення добре відповідає експериментальним даним гіперболічна функція $Y = A + v:(c+x)$. При описанні залежності урожаю від факторів середовища в лінійній частині "кривої" (рис. 10.1) застосовується лінійна функція $Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$, де $a_0 \dots a_n$ - коефіцієнти, $x_1 \dots x_n$ - фактори середовища.

Треба відзначити, що регресійні моделі мають локальне використання - вони правомірні в погодних і ґрунтових умовах, близьких до умов проведення дослідів. Точність значно підвищується якщо використовуються кілька функцій, кожна з яких може дати задовільний результат для більш конкретних умов (моделі для груп років за погодними умовами з вибором їх для застосування по довгостроковому прогнозу). Деякі автори вважають, що багатовимірну функцію можна записати у вигляді однофакторних функцій, добуток яких відображує спільний вплив змінних на урожай, але в цьому випадку не враховується ефект взаємодії, тому результати будуть занижені. Використання простих і комплексних статистичних моделей, основаних на балансових і регресійних залежностях, для цілей прогнозування і оптимізації урожаю доцільно в тих випадках, коли кінцевий урожай визначається сумарним значенням факторів, заздалегідь розрахованих на отримання запланованого урожаю, а розподіл керуємих факторів в часі здійснюється на неформальній основі.

Динамічні імітаційні моделі

Для прогнозування і оперативного управління формуванням урожаю застосовується імітаційне моделювання продукційного процесу, яке дозволяє на математичному рівні підійти до врахування впливу ґрунтово-кліматичних умов і обґрунтуванню комплексу агротехнічних заходів для отримання запланованого урожаю.

Позитивною якістю комплексних імітаційних моделей є те, що їх структура не перешкоджає подальшому удосконаленню, пов'язаному з поглибленням і розвитком знань у відповідних галузях досліджень.

У зв'язку із складністю процесів протікаючих в агроєкосистемах для імітаційних моделей характерна блочна система побудови. Загальна структура цих моделей включає опис процесів росту і розвитку рослин, радіаційного режиму посіву, водного і теплового режиму ґрунту і посіву, мінерального живлення, екологічних взаємодій в агроєкоценозі, вплив на неї неконтрольованих (погодних) і контрольованих (агротехнічних) зовнішніх впливів. Динамічний характер моделей формування урожаю, дозволяє в процесі моделювання розраховувати всі характеристики і параметри системи ґрунт-рослина-приземне повітря протягом онтогенезу (індивідуального розвитку) рослин. В ході цих розрахунків можуть бути отримані дані про накопичення сухої біомаси, окремих рослин і посіву в цілому, про інтенсивність висушення або зволоження ґрунту, про інтенсивність споживання елементів живлення і накопичення їх в рослинах і т.д. Моделі продукційного процесу мають балансовий характер. Це означає, що проводиться розрахунок всіх "приходно-витратних" складових балансу.

Один з підходів до імітації ростових процесів на основі ростових функцій, полягає в тому, що накопичені в процесі газообміну асимілянти розподіляються між окремими органами рослин по деякій генетично обумовленій програмі, яка задається ростовими функціями, що залежать від біологічного часу.

Приріст фітомаси визначається системою рівнянь:

$$\frac{dM_i}{dt} = a_i \cdot (\sum P - \sum R), \quad (10.15)$$

де M_i - біомаса окремих груп органів (корені, стебла, листя, генеративні органи);

i - підсумування окремих органів;

t - час (кількість діб);

$a_i(t)$ - доля асимілянтів яка спрямовується в кожний орган;

$\sum P - \sum R$ - сумарний фотосинтез і дихання рослинного покриву за визначений період.

Ростові функції змінюються протягом вегетаційного періоду і відображають внутрішні закономірності росту. Ці функції залежать від спектрального складу і режиму радіації, температури і водного режиму листа, рівня мінерального живлення та ряду внутрішніх (генетичних) факторів рослин.

В моделі формування урожаю відображені основні фізіологічні процеси виникнення продуктів асиміляції, витрати їх на формування надземної маси і коріння, дихання, кореневі виділення та інші процеси.

Так, основні процеси формування урожаю, без урахування впливу зовнішніх факторів, можна записати простою математичною формулою, в якій добовий приріст урожаю $\Delta Y = C$ дорівнює різниці між брутто-фотосинтезом (C) та витратами на дихання, ріст коренів, кореневі виділення (включаючи витрати на відмирання органів):

$$\Delta Y = C - C_2 - C_4 - C_7 - C_5 + C_6 \text{ або} \quad (10.16)$$

$$Y = C - C \cdot (K_2 + K_4 + K_7 + K_5 - K_6) \quad (10.17)$$

Урожай біомаси на певно визначений день обліку можна визначити по формулі, яка пов'язує основні фізіологічні процеси його формування:

$$Y_n = Y_0 + [C - (C_2 + C_4 + C_5 - C_6)] + \dots + [C_n - (C_{2n} + C_{4n} + C_{5n} - C_{6n})] \quad (10.18)$$

Підставляючи замість С їх значення, отримуємо:

$$C = \Phi \cdot 0,68 \text{ (г/м}^2\text{)}; C_2 = D Y; C_4 = d a; C_5 = R_5 a; C_6 = R_6 a; C_7 = \Delta a.$$

де Д і d - інтенсивність дихання надземних органів і коренів (CO_2 0,68/г² біомаси);

R_5 і R_6 - коефіцієнти, які характеризують відповідно інтенсивність кореневих виділень і поглинання елементів живлення з ґрунту (на одиницю ваги коренів включаючи відмерлі);

Y_0 - початкова вага надземної біомаси (г/м²).

Вихідна балансова формула у формі диференційного рівняння має такий вигляд:

$$\frac{dY}{dt} = Y(\Phi \cdot B - D) - a_0 \exp\left[\left(R_1 + \frac{R_2}{Y}\right)t\right] \cdot \left[R_1 - \frac{R_2}{Y} - d - R_5 + \Phi \cdot R_6(d + D)\right], \quad (10.19)$$

де $\frac{dY}{dt}$ - швидкість приросту урожаю;

a_0 - початкова біомаса коренів;

R_1 - коефіцієнт, який характеризує наростання маси коренів;

R_2 - коефіцієнт, який задає пропорцію відношення ($a : y$);

t - час (кількість діб);

exp - експонента.

За допомогою цієї формули можна визначати оптимальне співвідношення признаков сорту, що проектується, показати його потенційну продуктивність.

Введення функціональної залежності коефіцієнтів моделі від зовнішніх факторів дає можливість досліджувати процес формування урожаю в різних умовах (співвідношенні факторів), а через моделі керувати ходом накопичення урожаю. Так, замість коефіцієнтів Φ , С, Д,..., можна підставити в модель рівняння регресії типу:

$$\Phi = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n);$$

$C = G(X_2, X_4, X_6, \dots, X_n)$, де $X_1, \dots, X_n$ - фактори середовища (генетичні фактори, інтенсивність радіації, вологість ґрунту, вологість повітря, температура повітря, вміст елементів мінерального живлення в листі, вміст рухомих елементів в ґрунті, довжина дня, аерація ґрунту та ін.). Такий метод дослідження дозволить значно скоротити кількість складних дослідів, які до того ж дорого коштують, та час на проведення науково-дослідних робіт.

Місце і роль математичних моделей в автоматизованих системах прийняття рішень.

Академік А.Ф. Йоффе висував у якості однієї з основних задач агрономічної фізики створення науково-технічної бази для прийняття оптимальних рішень з меліорації земель і технології вирощування сільськогосподарських культур.

Він запропонував слідує програму рішення цієї задачі: створення приладів і пристроїв для отримання інформації про стан рослин і навколишнього середовища, про інтенсивність процесів, які протікають в системі ґрунт-рослина-приґрунтове повітря, використання ЕОМ для прийняття оптимальних рішень по всьому комплексу агрономічних і меліоративних заходів.

Програма зберегла своє значення і в теперішній час і є основою для практичної реалізації автоматизованих систем прийняття рішень у рослинництві, землеробстві і меліорації.

В залежності від області застосування автоматизована система прийняття рішень має різні найменування: У проектній практиці її називають системою автоматизованого проектування; в землеробстві - програмуванням урожаю; в практиці зрошуваного землеробства - автоматизованою системою управління строками і нормами поливів. При цьому, такі системи базуються на математичній теорії процесів, сучасних методах отримання інформації і теорії і методах теорії прийняття оптимальних рішень.

На рис. 10.2 приведена блок-схема автоматизованої системи прийняття рішень. Змістом першого блоку є математична теорія процесів у землеробстві. Як вже було відзначено раніше, при рішенні задач управління вона виступає в особливій формі математичних моделей. Стосовно до задач агрономії такими моделями можуть бути моделі родючості ґрунтів, продуктивності агроєкосистеми, і, насамкінець, моделі формування урожаю.

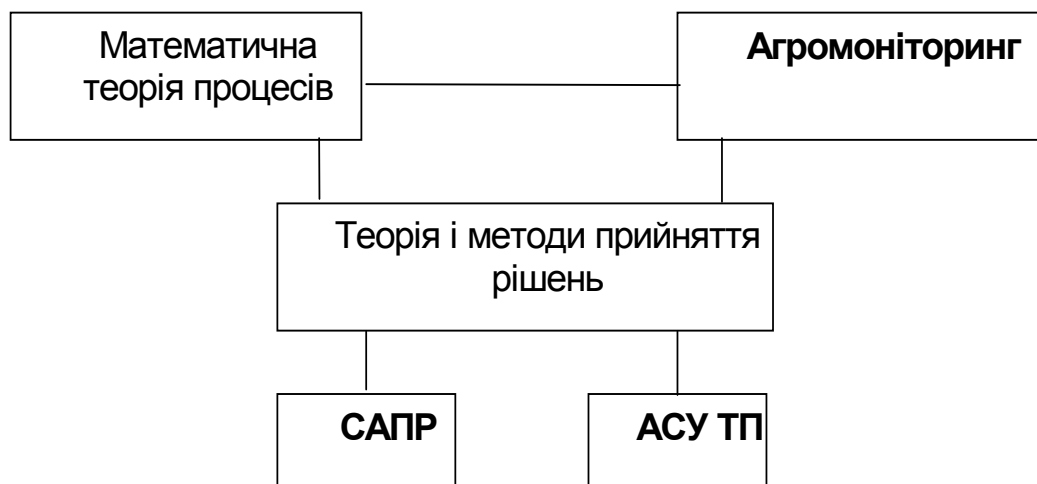


Рис. 10.2. Блок-схема автоматизованої системи прийняття рішень

Зміст другого блоку є агромоніторинг - система збору, обробітку, зберігання і представлення інформації про фактори, які визначають рівень та якість урожаю.

При всій важливості цих блоків вони представляють лише науково-технічну основу автоматизованої системи прийняття рішень. Для її завершення необхідна розробка і реалізація третього блоку: теорії і методів прийняття рішень. При чому, якщо математична теорія процесів і інформаційна система знаходиться у безпосередньому зв'язку з агрономічною фізикою, то теорія і методи прийняття рішень цілком відноситься до кібернетики - математичної теорії процесів управління в природі і суспільстві.

Слід відзначити, що як і при традиційних методах управління, при автоматизованих системах, прийняття рішень в агрономії ґрунтується на накопичених і узагальнених знаннях про явища і процеси, які визначають продуктивність культур; на отриманні інформації про ґрунтові умови, погоду і стан посівів; на досвіді і знаннях про наслідки можливих заходів, які впливають на рівень урожаю та його економічні показники. Принципова різниця при переході до автоматизованого прийняття рішень полягає в другому - в зниженні фактору суб'єктивізму і та наближення прийнятих рішень до оптимальних.

10.2. Обґрунтування та розробка регіональної бази знань "Зрошуване землеробство" для умов Південного Степу України

Накопичені майже за 50 років в Інституті землеробства південного регіону УААН (ІЗПР УААН) дані (в минулому Інститут зрошуваного землеробства), та інших наукових установах регіону використовувались для узагальнених рекомендацій, де не враховувались конкретні кліматичні умови року, фактична родючість ґрунтів, сортові особливості культур, рівні матеріально-технічної забезпеченості господарств, тощо. В сучасних умовах господарювання, коли мова йде про оптимізацію процесів виробництва с.-г. продукції, ці рекомендації непридатні. Потрібен більш високий рівень управління – ситуаційне прийняття рішень.

При переході до вищого рівня управління необхідні інші методологічні підходи до організації і обробки даних, отриманих в дослідках, які повинні базуватись на принципах системного підходу до вивчення об'єкту досліджень. Для цього, перш за все, слід систематизувати накопичений експериментальний матеріал, розробити форми представлення інформації та сформувати комплекс довідників. Це необхідно з тих міркувань, що основою кожної автоматизованої системи є інформаційний фонд – комплекс довідників, в яких знаходиться необхідна для функціонування системи інформація.

Перші автоматизовані системи вирішували окремі вузькі питання і мали свій інформаційний фонд. Це пов'язано з тим, що перші персональні комп'ютери мали дуже обмежений об'єм пам'яті і низьку швидкість обробки інформації. Навіть створення систем достатньо високого рівня, таких як "Полив" і "Технолог", обійшлося формуванням особистих баз даних.

Лише при розробці комплексних систем, що вирішують широке коло питань, виникла необхідність створення універсального інформаційного фонду в галузі землеробства.

Виходячи з вищенаведеного, лабораторією автоматизованих систем управління ІЗПР УААН проведено роботу по створенню бази знань (БЗ) в зрошуваному землеробстві.

Концептуальні основи створення бази знань в зрошуваному землеробстві

База знань (БЗ) – система організації і обробки нормативно-довідкової та понятійної інформації, яка завдяки структурній побудові надає можливість її диференційованого використання на різних рівнях доступу.

Мета – концентрація теоретичних і емпіричних знань в єдиний універсальний інформаційний фонд регіону, як основи для розробки автоматизованої системи управління технологіями вирощування с.-г. культур та для використання його у вигляді електронного довідника у навчальному процесі, виробництві і науковій роботі.

Мета досягається шляхом створення регіональної бази знань „Зрошуване землеробство” для умов південного Степу України.

Методологія і методи вирішення задачі

Основні задачі створення інформаційного забезпечення АСУ:

1. Визначення видів і обсягів даних.
2. Формалізація представлення інформації - вибір структури і методів організації.
3. Розробка уніфікованих форм вхідної і вихідної документації.
4. Розробка системи управління базою даних (СУБД).

Організаційно-методичні принципи і вимоги до інформаційного забезпечення АСУ:

- методична єдність;
- інформаційна суцільність;
- інтеграція обробки даних: єдинократне введення інформації з послідуочим багатократним її використанням при вирішенні різноманітних задач;
- гнучкість структури, що дає можливість перебудови інформаційного забезпечення у відповідності розвитку системи;
- блочність структури інформаційного забезпечення ;

- достовірність інформації, відсутність дублюючих даних;
- можливість безпосереднього спілкування користувача з інформацією

Компоненти банку даних.

1. Комплекс технічних засобів для збереження, обробки і введення виведення даних.
2. База даних (БД).
3. Системи управління базою даних і знань (СУБД).
4. Мовні засоби спілкування з БД, що виконують функції звернення до БД.
5. Комплекс організаційних заходів, що забезпечують функціонування БД.

Загальна характеристика бази знань.

База знань (БЗ) складається з дев'яти автономно діючих блоків—розділів та окремої підсистеми "Ерозія", об'єднаних загальною системою управління (СУБД). Блок-схема структури БЗ представлена на рис. 10.3.

Блоки-розділи – це елементи науково-обґрунтованої системи землеробства. Кожен блок, крім нормативної інформації, має ще й підрозділ "Загальні знання", в якому міститься понятійна текстова інформація з теоретичних основ даної системи. Цю інформацію можна використовувати для написання "правил" і "коментарів" – як і для чого проводиться визначена операція.

Концептуальні основи створення програмно-інформаційного комплексу системи точного землеробства (ПІК СТЗ) – для умов південного регіону України автоматизованої системи зрошувального землеробства (ПІК АСЗЗ)

Визначення поняття автоматизованої системи зрошувального землеробства. АСЗЗ – науково-обґрунтована система зрошувального землеробства побудована на основі економіко-математичних методів оптимізації прийняття ситуаційних рішень при оперативному управлінні технологічними процесами вирощування сільськогосподарських культур.

Мета АСЗЗ – гарантоване екологічно безпечне виробництво проектних обсягів продукції рослинництва при високій ефективності використання зрошуваних земель.

Мета досягається за рахунок створення програмно-інформаційного комплексу вирішення задач системи зрошувального землеробства для уфективного управління технологічними процесами вирощування сільськогосподарських культур.

Методологія і методи вирішення задачі. Методологічною основою досліджень є системний підхід, а методи повинні бути побудовані на принципах системного аналізу:

Серед методів системного аналізу будуть використані:

- аналітичні методи обробки даних;
- логіко-лінгвістичні методи організації знань;
- економіко-математичне моделювання;

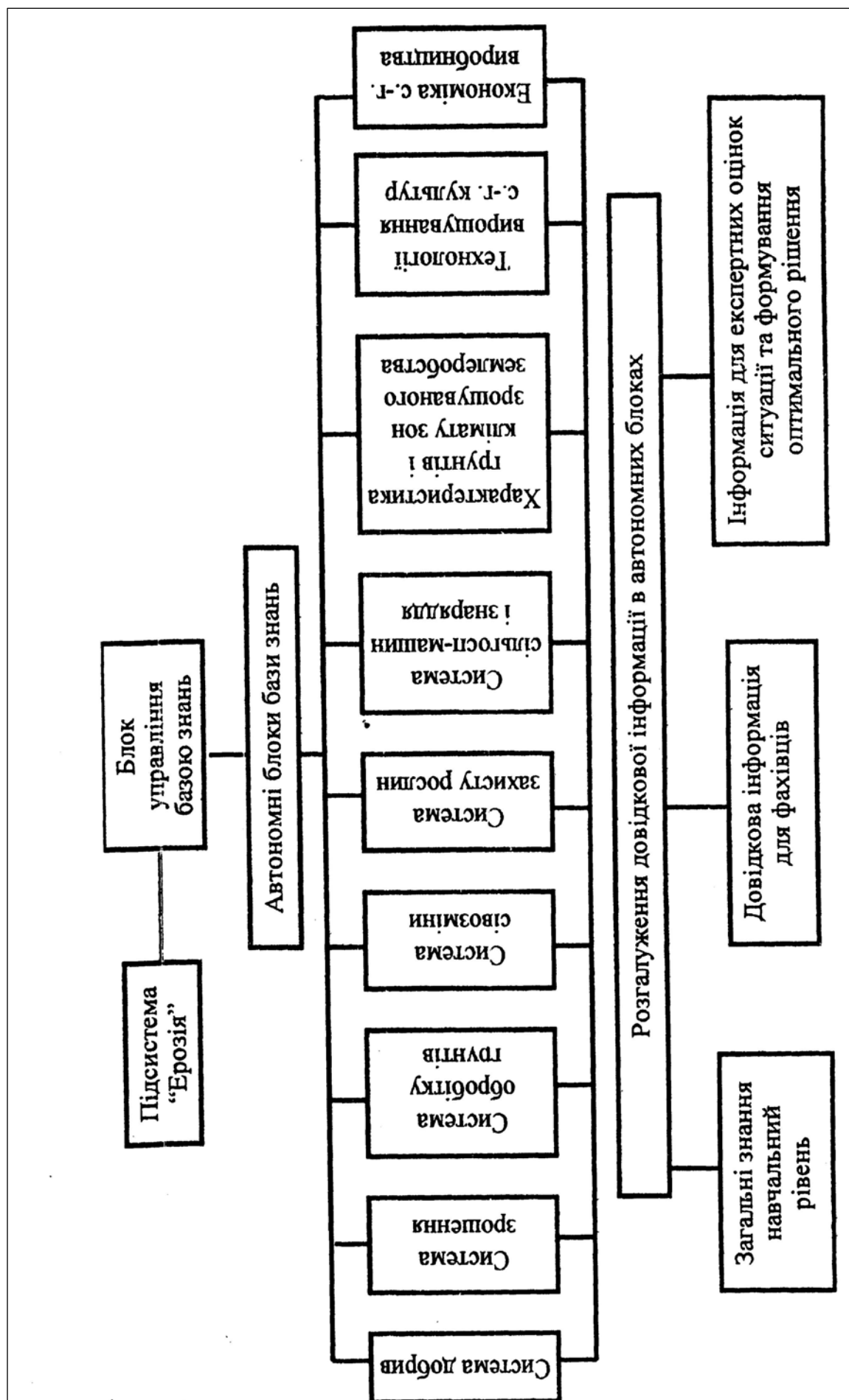


Рис. 10.3. Загальна схема регіональної бази знань в зрошуваному землеробстві

При необхідності застосовуються методи спеціальних досліджень:

- розробка й уточнення характеристик елементів точного землеробства (лабораторно-польові дослідження);
- коригування нормативно-довідкової інформації (виробнича перевірка).

Алгоритм вирішення задачі:

- декомпозиція об'єкту дослідження;
- аналіз даних і рівень інформаційного забезпечення (особливу роль відіграє якісна характеристика даних);
- вибір методу вирішення задачі;
- алгоритм рішення;
- програмна реалізація алгоритму, що включає вибір режиму спілкування користувача з ПЕОМ;
- налагодження програмного комплексу;
- експлуатаційна перевірка і впровадження;
- економічна оцінка ефективності.

Функції автоматизованої системи зрошуваного землеробства.

На виході системи повинні бути рекомендації (поради) по ефективному використанню ресурсів, оптимізації параметрів агрозаходів. Вихідні результати за рахунок можливості багатоваріантності підходів до виконання повинні забезпечити прийняття управлінського рішення найбільшою мірою задовольняюче користувача в конкретній ситуації.

АСЗЗ повинна супроводжуватися такими документами:

1. На стадії розробки:

- Форми збору й представлення інформації;
- Техніко-економічне обґрунтування;
- Форми вихідних документів по конкретних задачах і системи в цілому;
- Інструкції використання програмних комплексів;

2. На стадії виробничого використання:

- Форми виробничо-економічної характеристики об'єкта на який впроваджується АСЗЗ;
- Методи розрахунку інтегральної економічної оцінки ефективності АСЗЗ;
- Форми розрахунку користувачів з розробниками АСЗЗ.

10.3. Ґрунтозахисна система землеробства посушливого степу півдня України

На сьогоднішня однією з найбільш актуальних проблем є охорона ґрунтів та навколишнього середовища, а в зоні посушливого Степу присутні всі види ерозії. Спеціальної літератури по використанню ерозійно небезпечних земель цього регіону немає. Є окремі публікації, де висвітлюються вузькі питання.

В зв'язку з цим було поставлено задачу створення комп'ютерної програми для автоматизованого робочого місця (АРМ) агронома. Використовуючи експериментальні дані Інституту землеробства південного регіону УААН та спеціальні літературні джерела було сформовано базу даних „EROZIYA”.

База даних складається з 30 специфічних файлів, в яких відображені практично всі питання по господарському використанню земель, що знаходяться під впливом різних видів ерозії (табл. 10.1).

Таблиця 10.1 - Перелік та опис файлів

File	Soderjanie	N (zapisey)
Spravochnik_1	Види ерозії.	3
Spravochnik_2	Загальна характеристика видів ерозії.	3
Spravochnik_3	Еколого-технологічні групи силових земель(ЕТГ).	4
Spravochnik_4	Господарське використання земель по ЕТГ.	13
Spravochnik_5	Типи сівозмін в залежності від ЕТГ.	73
Spravochnik_6	Розташування полів в залежності від ЕТГ.	4
Spravochnik_7	Спосіб сівби в залежності від ЕТГ.	4
Spravochnik_8	Особливості заходів по захисту рослин на силових землях	4
Spravochnik_9	Удобрення сільськогосподарських культур залежності від ЕТГ.	4
Spravochnik_10	Особливості обробітку ґрунту, які знаходяться під впливом водної ерозії в залежності від механічного складу	2
Spravochnik_11	Основний обробіток ґрунту в залежності від ЕТГ.	18
Spravochnik_12	Передпосівний обробіток ґрунту в залежності від ЕТГ.	10
Spravochnik_13	Догляд за посівами в залежності від ЕТГ.	12
Spravochnik_14	Господарське використання земель з високим рівнем ґрунтових вод (УГВ)	15
Spravochnik_15	Солестійкість культур	20
Spravochnik_16	Режим зрошення с.-г. культур на підтоплених землях в залежності від УГВ.	16
Spravochnik_17	Система удобрення с.-г. культур на землях з близьким УГВ	6
Spravochnik_18	Хімічна меліорація	6
Spravochnik_19	Особливості боротьби з бур'янами на підтоплених землях	4
Spravochnik_20	Система обробітку ґрунту при підтопленні	5
Spravochnik_21	Тип ґрунтів за механічним складом, які знаходяться під різними ступенями впливу вітрової ерозії	3
Spravochnik_22	Частка багаторічних трав у сівозміні в залежності від типу ґрунту за механічним складом	3
Spravochnik_23	Господарське використання земель, які знаходяться під впливом вітрової ерозії	9
Spravochnik_24	Організація території	2
Spravochnik_25	Протиерозійні сівозміни	49

Продовження таблиці 1

File	Soderjanie	N (zapisey)
Spravochnik_26	Застосування добрив на ґрунтах, які знаходяться під впливом вітрової ерозії	3
Spravochnik_27	Особливості зрошення ґрунтів, які знаходяться під впливом вітрової ерозії	2
Spravochnik_28	Система основного обробітку ґрунту на масивах, які знаходяться під впливом вітрової ерозії	5
Spravochnik_29	Догляд за посівами на ґрунтах, які знаходяться під впливом вітрової ерозії	2
Spravochnik_30	Специфічні заходи по боротьбі з вітровою ерозією	4

База даних "Eroziya" складається з чотирьох розділів:

1. Загальні відомості (Spravochnik 1-2);
2. Схилові землі (Spravochnik 3-13);
3. Землі, що підтоплюються (Spravochnik 14-21);
4. Вітрова ерозія (Spravochnik 22-30).

При формуванні БД "Eroziya" був використаний реляційний метод будови баз даних, що дає можливість легко її коригувати та доповнювати. Фрагмент бази даних наведено в табл. 10.2-10.5.

Таблиця 10.2 - Довідник – вид ерозії

Spravochnik_1

Nambe	Vid erozii
1	Схилові землі
2	Ґрунти з близьким УГВ
3	Вітрова ерозія

Таблиця 10.3 - Довідник – опис виду ерозії

Spravochnik_2

Nambe	Vid erozii	Opisanie
1	Схилові землі	Змиті ґрунти. На поливних землях, на ділянках з різною крутизною схилів складаються потенційні можливості для розвитку іригаційної ерозії. Помітні втрати поживних речовин вже при зрошенні схилів крутизною 0,5°. Ерозійні процеси, які відбуваються на силових землях (поверхнева ерозія – яка руйнує ґрунт на поверхні та лінійна ерозія – яка руйнує ґрунт у глибину) знаходяться у визначеній залежності від форми експозиції, довжини, крутизни, характеру використання і режиму зрошення схилу. На силових землях всі заходи землеробства повинні бути протиерозійними – попереджуючими можливість виникнення ерозійних процесів. Провідна роль у комплексі протиерозійних заходів відводиться агротехнічним.

Продовження таблиці 3

Nambe	Vid erozii	Opisanie
2	Ґрунти з близьким УГВ	Підтоплені, перезволожені ґрунти. Періодичне перезволоження орних земель (під час затяжних опадів, при зрошенні ґрунтів з близьким заляганням ґрунтових вод) призводить до вимокання озимих посівів, ураження сільськогосподарських культур грибковими захворюваннями, затримка строків проведення польових робіт і т.д. Проведення меліоративних робіт надає можливість створювати великі вирівняні площі для забезпечення високої культури землеробства і раціонального використання землі. Провідна роль у комплексі протиерозійних заходів відводиться агротехнічним.
3	Вітрова ерозія	Руйнування, видування верхнього шару ґрунту. Цей вид ерозії виникає при суховіях та в результаті невідповідності застосування систем землеробства ґрунтово-кліматичним умовам. Інтенсивність вітрової ерозії визначається, перш за все фізико-хімічними властивостями ґрунту. Найменшою стійкістю до вітрової ерозії характеризуються легкі ґрунти (піщані, супіщані, легкосуглинкові). Розвиток вітрової ерозії спостерігається головним чином навесні та на початку літа (особливо на парових ділянках та на посівах ярих просапних культур до змикання листя). Провідна роль у комплексі протиерозійних заходів відводиться агротехнічним.

Як бачимо в табл. 10.3 (Spravochnik_2) наведено узагальнені характеристики видів ерозії. Цей довідник є елементом блоку – загальні знання.

У таблицях 10.4 та 10.5 (Spravochnik_3, Spravochnik_4) наведено довідники блоку підсистеми „Ерозія” – схилі землі.

Таблиця 10.4 - Довідник – Систематизація і опис масивів по ЕТГ
Spravochnik_3

Nambe	ETG	Opisanie
1	Рівнинні	Крутина до 1°
2	Ерозійно небезпечні	Крутина до 1-3°
3	Еродовані	Слабо і середньо змиті без вираженого утворення канавок, крутизною 3-5°
4	Сильно еродовані	Схили крутизною 5-7° та схили з вираженими канавками крутизною 3-5°

Таблиця 10.5 - Довідник – застосування ґрунтозахисних технологічних операцій в залежності від ЕТГ

Spravochnik_4

Nambe	ETG	Technologiya
1	Рівнинні	Застосовується загально-рекомендована технологія вирощування сільськогосподарських культур для даної зони.
2	Ерозійно небезпечні	а) обов'язковий обробіток та сівба впоперек схилу, контурно або під припустимим кутом до горизонталей; б) застосовуються водозбеігаючі режими зрошення; в) розмір штучного дощування не більше 1-2 мм, поливи проводяться при вітрі не більш 3 м/с та безперервному рухові агрегату;
2	Ерозійно небезпечні	г) інтенсивність дощу не повинна перевищувати: на важких ґрунтах 0,06-0,15 мм/хв.; на середніх 0,1-0,25 мм/хв.; на легких 0,15-0,45 мм/хв.
2	Ерозійно небезпечні	д) нарізання тимчасових зрошуваних систем проводиться впоперек схилу; е) виключаються інтенсивно зрошувані сівозміни типу рисових, овочевих та бурякових і віддається перевага зерно-кормовим сівозмінам з насиченням багаторічними травами 30-40 %.
3	Еродовані	а) не бажано застосування зрошення (виключення – критичні періоди сільськогосподарських культур, а також передпосівний або післяпосівний полив післязливних або післяукісних культур); б) введення ґрунтозахисних коротко ротаційних сівозмін з насиченням багаторічними травами 50-70 %.
4	Сильно еродовані	а) виключається зрошення; б) ці землі бажано вивести з розряду орних для постійного залуження.

Довідник – Система удобрення с.-г. культур на землях з близьким РГВ
Spravochnik_17

1. Застосування органічних добрив у т.ч. зелених добрив (буркун білий однорічний), соломи зернових колосових, залишків інших культур.
2. Внесення тільки твердої фракції гною.
3. Азотні добрива вносяться тільки роздрібно - основне внесення 20-40% від норми, інша частина норми у вигляді підживлень при поливі.
4. Азотні добрива краще використовувати у вигляді водоутримуючої аміачної форми азоту - сульфату амонію, аміачної води, безводного аміаку.
5. При внесенні азотних добрив доцільно застосовувати інгібітори, що знижують втрати азоту в 2 рази.
6. Внесення добрив у рядки при посіві повинне стати обов'язковим прийомом.

У довіднику (Spravochnik_17) наведено елемент блоку використання підтоплених земель, а у довіднику (Spravochnik_22) елемент блоку вітрова ерозія.

Spravochnik_22

1. Піщані - 50-60 %;
2. Супіщані - 40-50 %;
3. Легкосуглинкові - 20-30 %.

Комп'ютерна програма „Ґрунтозахисна система землеробства” знаходиться в стадії відлагодження. Копії екранів робочої версії наведено на рис. 10.4-10.6.

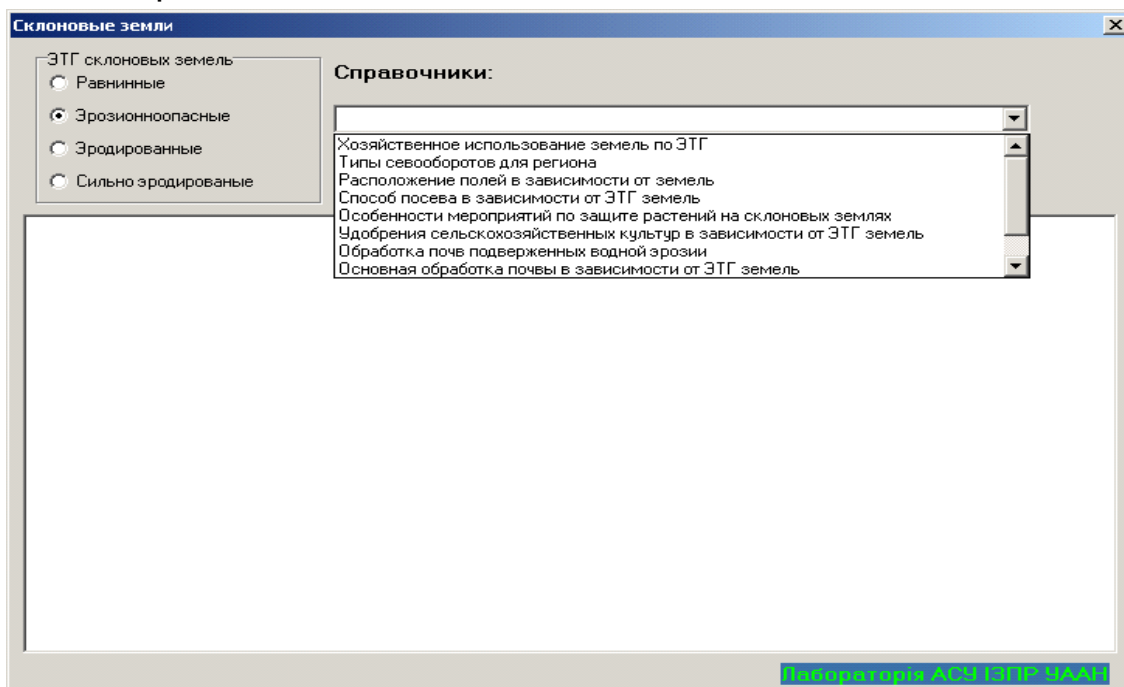


Рис. 10.4. Вхідна форма „Схилові землі”

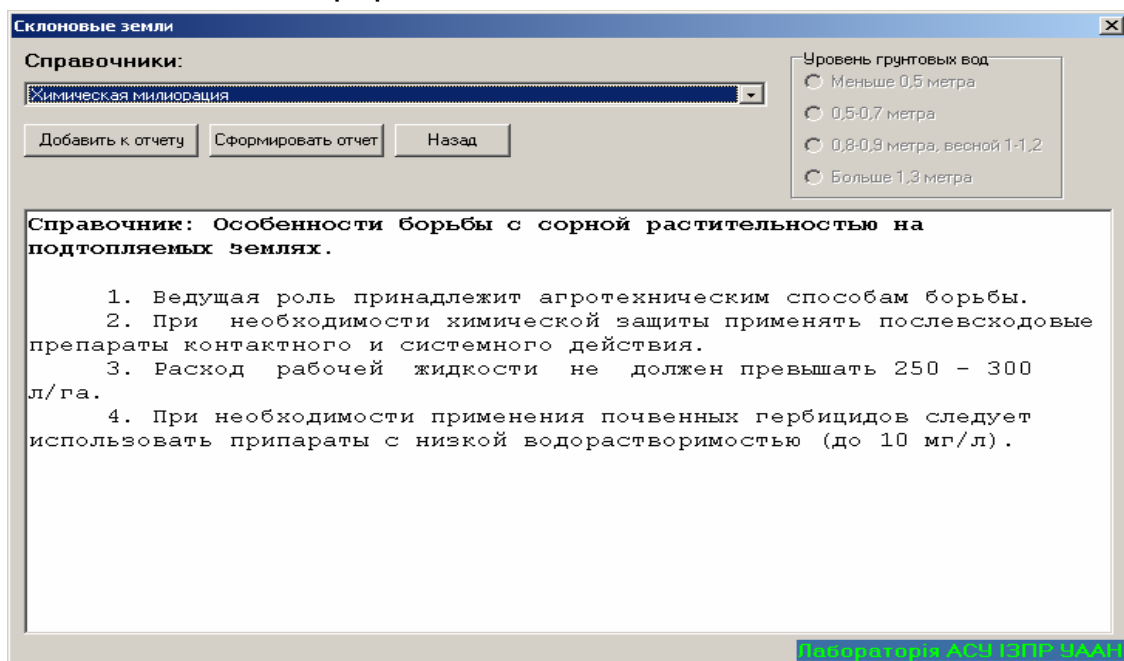


Рис. 10.5. Вихідна форма „Схилові землі” – довідник „Особенности борьбы з бур’янами”

Склоновые земли

ЭТГ склоновых земель
☐ Равнинные
☒ Эрозионноопасные
☐ Эродированные
☐ Сильно эродированные

Справочники:
 Основная обработка почвы в зависимости от ЭТГ земель

Добавить к отчету Сформировать отчет Назад

Справочник: Основная обработка почвы в зависимости от ЭТГ земель.

Особенности обработки почвы в зависимости от звена севооборота.

Предшественник	Последующая культура	Система обработки почвы
Однолетние травы	Ячмень или кукуруза на з/к с подсевом люцерны	Рыхление ВИГ-ЗА на 6-8 см. Заделка минеральных удобрений ВДТ-7 на 10 - 12 см.
Многолетние травы	Озимые зерновые	Рыхление ВИГ-ЗА на 6-8 см. Заделка минеральных удобрений ВДТ-7 на 10 - 12 см. Плоскорезная обработка на 12 - 14 см. КПП-2,2 или ОПТ-3,5, шлопарник на 40 см.

Версия 1.0.0.0

Рис. 10.6. Вихідна форма „Схилові землі” – довідник „Основний обробіток ґрунту в залежності від ЕТГ земель”.

Використання підсистеми значно полегшить роботу фахівців та надасть відповіді на всі питання, пов'язані з використанням земель, які підлягають впливу різних видів ерозії.

10.4. Застосування технології географічних інформаційних систем для оцінки агроекологічного стану зрошуваних земель

Основні області застосування ГІС в сільському господарстві – збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, оптимізація її транспортування і збуту. Сільськогосподарські підприємства використовують ГІС для просторового аналізу і моніторингу тенденцій продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Вже зараз існують системи, що забезпечують відображення в реальному режимі часу на дисплеї переміщення трактора або комбайна по полю і інформування фермера про необхідність збільшення або зменшення витрати добрив на тій або іншій ділянці поля.

Цифрова картографічна інформація дозволяє в оперативному режимі складати карти стану посівів на даний момент, які є основою для підтримки ухвалення рішень. Раннє виявлення відмінностей в стані посівів дозволяє своєчасно визначити ті ділянки полів, на яких необхідне додаткове внесення добрив.

Комплексна ГІС найчастіше включає такі цифрові карти, як карти вмісту мінеральних речовин в ґрунті, типів і характеристик ґрунтів, карти ухилів (з цифровою моделлю рельєфу) і експозицій схилів, погодних,

кліматичних і гідрологічних умов. Важливою інформацією є цифрові карти таких чинників, як врожайність і тип посівів, тип механічної і хімічної обробки ґрунтів, просторовий розподіл захворювань культур і динаміка розповсюдження шкідливих комах. За наявності такої інформації відкриваються необмежені можливості аналізу, прогнозу і оптимізації діяльності сільськогосподарських підприємств.

Можливість вирішення задачі обліку складної просторової диференціації природних і природно-господарських територіальних систем надає технологія Географічних інформаційних систем (ГІС-технологія) – сучасна інформаційна технологія роботи з просторово-розподіленими даними. Саме ГІС-технологія, що дозволяє дати детальний опис будови поверхні оцінюваної території, особливостей ґрунтового покриття і використання земель, створює реальні передумови для адекватного відображення просторової варіації чинників ерозійних і інших процесів, що протікають в природних ландшафтах і агроландшафтних системах.

Можливі два основні підходи до інтеграції ГІС-технології і моделей природних процесів з метою створення просторово розподіленої системи моделювання. Перший полягає у використанні ГІС-пакета як додаткового модуля комп'ютерної моделі процесу, що забезпечує формування масивів вхідних даних і представлення результатів моделювання, що виконується за допомогою реалізованих традиційними методами моделей, у вигляді карт на екрані дисплея або у вигляді чіткої копії. В рамках даного підходу кожен елемент території (осередок растру) моделюється індивідуально, що робить скрутним облік концентрації речовинних потоків в ландшафтах, а також зміна їх швидкості і сили тяжіння, що обумовлюють акумуляцію наносів на увігнутих ділянках профілю і активізацію змиву – на опуклих.

Другий підхід полягає в повній інтеграції ГІС – і просторово-розподіленої моделі процесу на основі програмної реалізації моделі мовними можливостями ГІС-пакета. Такий підхід дозволяє моделювати природний процес як єдиний для всієї території з урахуванням особливостей просторової варіації його чинників. Такими можливостями в даний час володіють такі ГІС-пакети, як Arcinfo, MGE Intergraph, GRASS, Idrisi, Digital.

Проблеми просторового моделювання водної ерозії на основі ГІС-технології

Досвід просторового моделювання ерозійних процесів з використанням можливостей ГІС-технології виявив ряд проблем, частина з яких носить технічний характер, інші пов'язані з особливостями просторової формалізації об'єкту моделювання і є більш універсальними.

До "технічних" віднесемо, по-перше, проблеми, пов'язані з необхідністю створення для території моделювання серії детальних

електронних растрових карт, серед яких як основні назвемо цифрову модель рельєфу (ЦМР), ґрунтову карту і карти, що характеризують використання земель. Вельми серйозною проблемою є побудова просторово суміщених між собою (і з цифровою моделлю рельєфу) ґрунтової карти і карт використання земель, оскільки їх паперові версії, розроблені різними авторськими колективами і що використовуються в різних організаціях, зазвичай мають просторові неспівпадання, величини яких змінюються за площею карти.

До загальних проблем просторової реалізації моделювання з використанням ГІС-технології в першу чергу віднесемо проблеми, пов'язані з генералізацією інформації при растровій формалізації просторових об'єктів. Растр, як відомо, є мозаїкою, що суцільно покриває дану територію. В межах кожного елементу цієї мозаїки (ячейки растру, пікселя) інформація генералізується по певному алгоритму і в пам'яті комп'ютера представляється одним числом. Чим більше розмір ячейки, тим більше ступінь генералізації і відповідно більше втрата інформації. У зв'язку з цим результат моделювання залежить від розмірів просторових елементів, по яких генералізується об'єкт досліджень, тобто розміру ячейки растру. Чим менше ячейка растру, тим детальніше можна моделювати просторові розподіли характеристик водозбору. Найбільш високі вимоги до просторової генералізації пред'являє цифрова модель рельєфу. Тільки при невеликих розмірах модельованої території (окремих схил або мікроводозбір схилу) можна з достатнім для моделювання ерозійно-акумулятивного процесу ступенем точності відтворити будову земної поверхні (побудувати гідрологічно коректну ЦМР).

Технологія комплексного просторового оцінювання стану земель.

Комплексна просторова оцінка стану земель та окремих його показників є одним із найбільш трудомістких. Розробка алгоритмів і програмного забезпечення комплексного просторового оцінювання стану об'єктів пов'язується зі створенням технології побудови цифрових моделей аналітичних та синтезованих карт. Перетворення інформації у цифрові карти – одне із завдань алгоритмічного і геоінформаційного забезпечення програмно-інформаційного комплексу (ПІК), яке потребує спеціальних досліджень та розробки.

Метою оцінки є просторова диференціація меліорованих і прилеглих до них земель за станом та ефективністю їхнього використання, напрямками ґрунтотворних і геоекологічних процесів на основі оцінки просторової мінливості параметрів щодо:

- окремих параметрів географічної моделі території;
- стану земель і ступеня їхньої трансформації;
- стійкості геосистем, умов їхньої екологічної рівноваги;
- еколого-меліоративної та агрохімічної ситуації, напрямів її розвитку у майбутньому та шляхів управління нею;

- визначення і фіксації ділянок земель з різним станом;
- агроєкопотенціалу території.

В основу має бути покладено систему оцінки, що являє собою комплекс екологічних, протидеградаційних і природоохоронних критеріїв, методів і технологій, які дають змогу кількісної діагностики наслідків впливу зрошуваного землеробства на довкілля, визначення рентабельності технологій рослинництва тощо.

Реалізація методу здійснюється з використанням критеріальної бази еколого-меліоративного моніторингу, що діагностує стан земель, ступінь їхньої деградації, ймовірність та фактичний прояв геоекологічних і ґрунтотворних процесів на регіональному й локальному рівнях інтеграції даних.

Надалі склад показників і відповідно критеріальної бази моніторингу має бути розширений шляхом використання додаткових динамічних параметрів, зміни яких фіксуються і можуть бути промодельовані на детальному або локальному рівні геосистем, а також показників, що характеризують стан рослин та технологічні режими їхнього вирощування.

Оцифрований комплект аналітичних карт, що характеризують мінливість окремих показників оцінювання, складається на основі алгоритмів та спеціального програмного комплексу побудови карт. Ступінь деталізації опису території і результатів оцінки зростає зі зменшенням рангу геосистем; при цьому враховуються вимоги щодо кондиційності інформації для різних масштабів узагальнення.

Просторова інтеграція інформації включає вибір розрахункової сітки, формалізацію даних, послідовне суміщення аналітичних карт та оцінку стану у вузлах сітки. Всі обчислювальні операції, пов'язані з одержанням кількісних оцінок, виконуються за допомогою засобів геоінформаційних систем. Просторово організована інформація має вміщувати метричну частину, що описує позиційні властивості об'єкта, а також пов'язані з нею змістові атрибути.

Інформаційну технологію просторового оцінювання параметрів та алгоритми її реалізації розглянуто на прикладі масивів зрошення в південних районах Херсонської області з використанням комплексу цифрових карт, представлених на рис 10.7, 10.8.

На перших етапах формування бази даних ГІС створюють електронні версії базових карт. На основі базової картографічної та факторологічної інформації будують комплект цифрових спеціалізованих карт оціночних показників. Згідно з алгоритмами побудови карт, на основі карт топооснови та схеми розташування точок факторологічної і фактографічної інформації, відповідних базових карт.

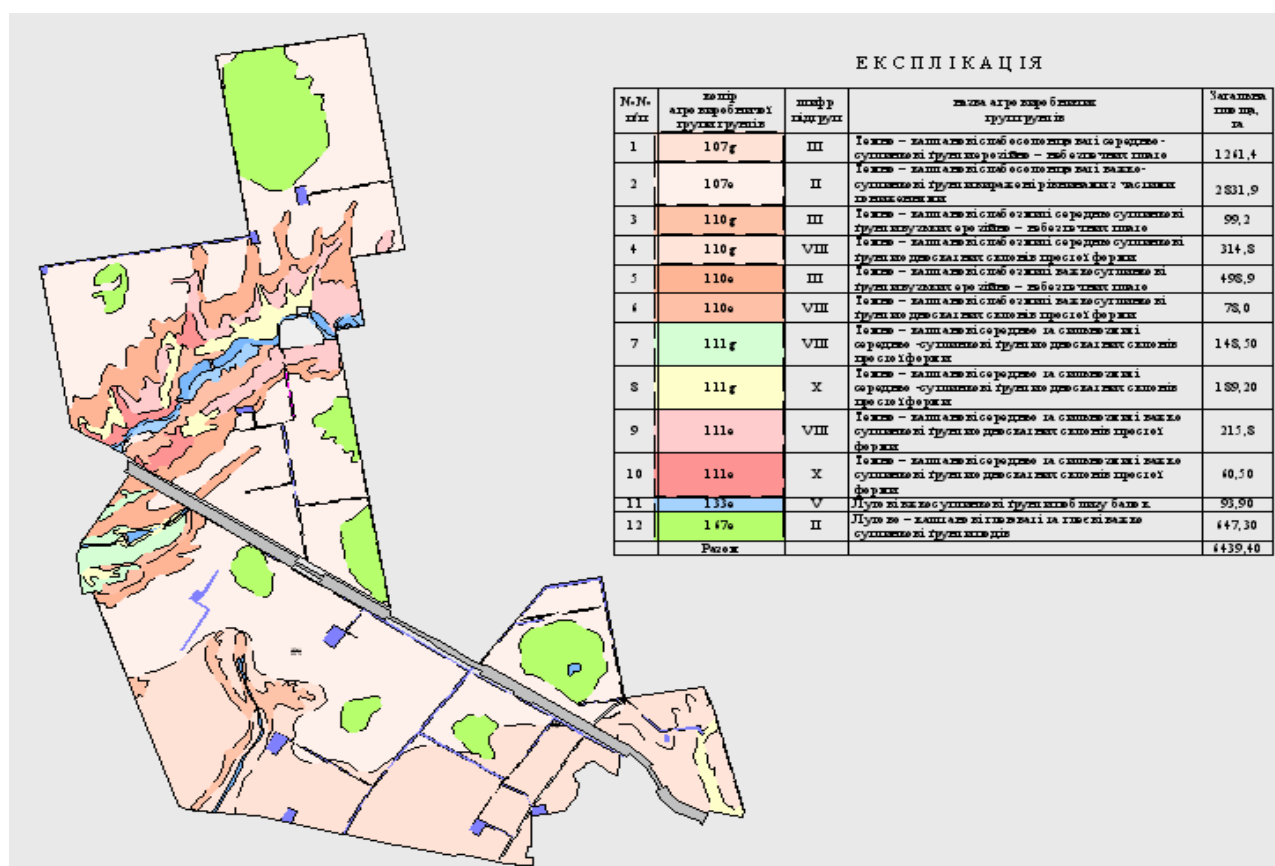


Рис. 10.7. Карта ґрунтів ПОК “Зоря”

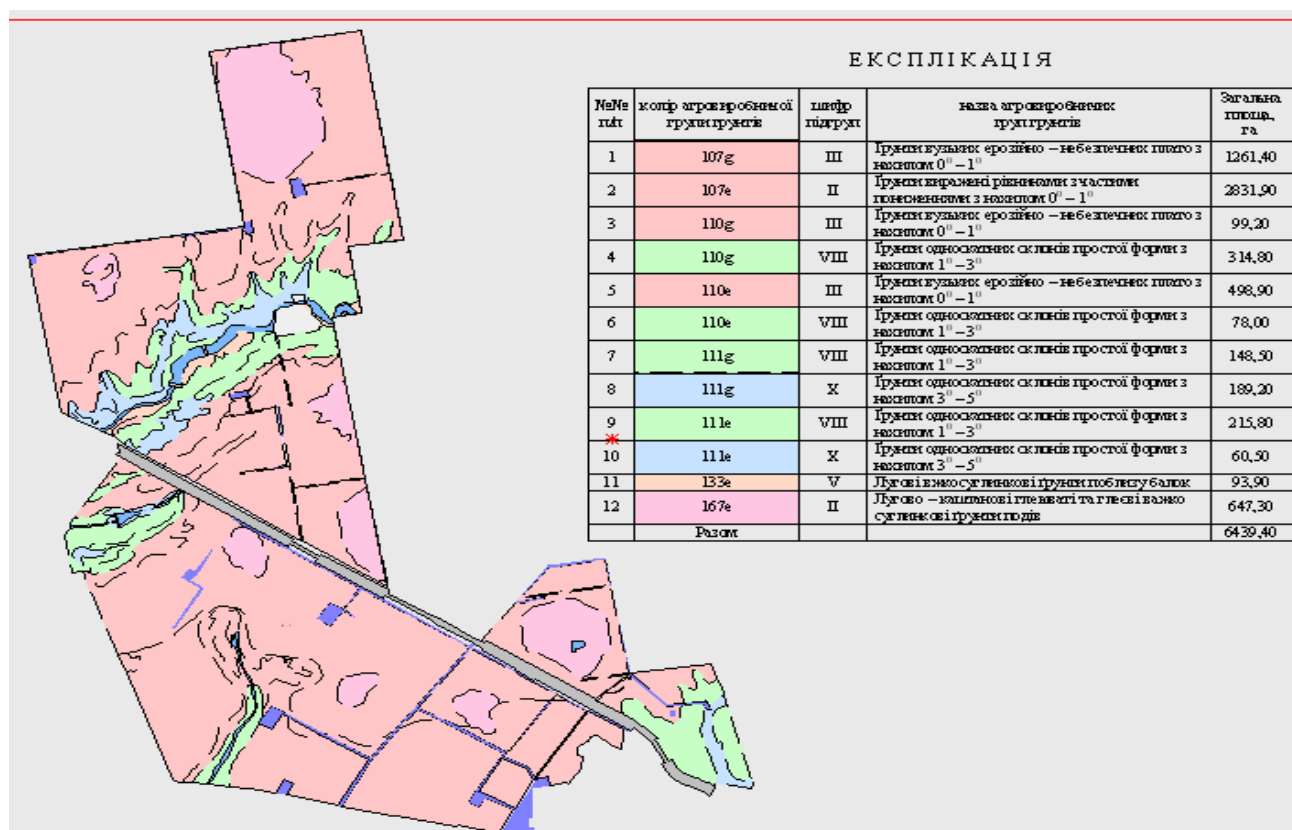


Рис. 10.8. Карта рельєфу поверхні ПОК “Зоря”

Оцінку як окремих показників, так і еколого-меліоративного стану земель у цілому виконують у вузлах розрахункової сітки.

Нашарування аналітичних карт певної групи дає можливість одержати у вузлах сітки значення середнього бала та визначити у разі негативної оцінки показники, що зумовили незадовільний стан земель. Діагностика та ідентифікація стану земель як за окремими показниками, так і за інтегральними реалізуються на основі застосування SQL–запитань у складі ГІС.

За результатами інтегральної оцінки по вузлах сітки будують карту стану земель та формують паспорти вузлів (банк даних результуючої інформації). На підставі виконаної оцінки проводять аналіз еколого-меліоративної ситуації на території об'єкта дослідження.

10.5. Планування в сільському господарстві за допомогою програми „Електронні технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур”

Електронні технологічні карти призначені для вдосконалення технології виробництва продукції рослинництва, регламентації сільськогосподарських робіт з метою підвищення ефективності використання машинотракторного парку і збільшення виходу продукції з одиниці земельної площі. Карты – основний документ для перспективного планування технічних засобів, які використовуються для виконання всіх необхідних робіт в господарствах, а також для визначення ефективності різних технологій і комплексів машин.

Але це рівень річного планування, для усереднених умов регіону, який практично ніколи не відповідає фактичній технології. Сучасні умови вимагають більш точних підходів. Такими підходами є перехід на інформаційні системи управління технологічними процесами, які передбачають як річне планування з урахуванням довгострокових прогнозів так і оперативне управління залежно від ситуації, що складається. Такі проекти супроводжуються розрахунками електронних технологічних карт. Саме такий пакет електронних технологічних карт, як підпрограма інформаційної системи оперативного управління технологіями вирощування сільськогосподарських культур розроблено в лабораторії автоматизованих систем управління ІЗПР УААН.

Програмний пакет „Електронні технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур” призначений для автоматизації економічних розрахунків при складанні технологічних карт і госпрозрахункових завдань. При цьому розрахунки проводяться не тільки за типовими нормами, а і з урахуванням нормативів господарств і фактичної наявності агрегатів і людських ресурсів для виконання агрозаходів у рослинництві. Технологічні карти супроводжуються економічними розрахунками.

Функціональні можливості програми:

1. Введення і зберігання технологічних карт рослинництва в розрізі виконуваних технологічних операцій (виконуваних автотранспортом, с.-г. агрегатами, вручну або за допомогою авіатехніки), на підставі чого проводиться:
 - планування виходу основної і побічної продукції рослинництва;
 - планування витрат на оплату праці, на утримання основних фондів, витрати ПММ та інших матеріально-грошових витрат;
 - планування потреби в матеріалах, як в кількісному, так і в сумовому (у планово-облікових цінах) вираженні.
2. Можливість гнучкого використання поправочних коефіцієнтів по попередниках, по орних роботах (для обліку типу і ухилу ґрунтів, довжини гону в середньому по господарству), по неорних роботах (для обліку якості доріг і т.п.).
3. Можливість введення результатів аналізу ґрунтів (з урахуванням хімічного вмісту, визначуваного різними способами, і механічного складу ґрунтів), на підставі чого за допомогою класифікаторів формуються реєстри об'єктів землекористування.
4. Можливість розрахунку нормативної і балансової потреби в добривах для кожного поля на підставі вмісту в них хімічних речовин, формування зведених звітів по потребі в добривах, в діючих речовинах, задоволенню потреби в діючих речовинах заданим внесенням добрив.
5. Застосування технологій до конкретних об'єктів витрат (полів) з їх специфікою (для рослинництва – площа, врожайність, потреба в добривах і т.п.). Можливість друку як узагальненої технологічної карти, так і технологічної карти, застосованої до конкретного центру витрат, а також друк технологічної карти основної і побічної продукції для рослинництва. Для рослинництва передбачено друкарські форми на підставі технологічної карти в різних варіаціях.
6. Формування варіантів сукупного використання технологій в рамках того або іншого виду діяльності (наприклад, варіанти структури посівних площ, структури полів), за якими здійснюється порівняння варіантів діяльності підприємства, а також складання і порівняння зведених планів за видом діяльності в цілому. Для рослинництва надаються варіанти зведеного планування і аналізу даних – як в розрізі полів (по кожному полю технологічні карти розраховуються окремо), так і в розрізі технологій обробітку (узагальнений розрахунок за площею в цілому).
7. Можливість розподілу інших витрат рослинництва на прямі витрати згідно вказаної бази, введення інших витрат в розрізі статей витрат.
8. На підставі варіантів сукупного використання технологій здійснюється формування зведених звітів, звітів по потребах в техніці (аж до щоденного/узагальненого на більший період календарного плану-графіка) і порівняння потреби з фактичною наявністю технічних

засобів, звітів по потребі в персоналі, календарному (від щоденного до поквартального) ліміту витрат.

9. Додаткові можливості адміністрування: пошук і видалення подвійних елементів нормативно довідкової інформації, перенумерація довідників і документів, розширений пошук в довідниках і т.п.

Довідкова інформація, що використовується в програмі:

Довідники рослинництва, що використовуються для всіх підприємств одночасно, включають:

- довідник культур: містить перелік оброблюваних сільськогосподарських культур, нормативні коефіцієнти для балансового і нормативного методів розрахунку потреби в діючих речовинах добрив, вид культури, вид побічної продукції для культури і ряд агротехнологічних параметрів обробітку культури;
- довідник видів насіння і розсади для культур: (для елементів довідника культур) містить перелік видів посівного матеріалу і норм висіву / висадки;
- довідник видів побічної продукції рослинництва: містить перелік видів побічної продукції, для різних культур може бути вказана одна і та ж побічна продукція;
- довідник розділів технологічної карти: містить перелік розділів технологічної карти для угруповання даних в звітах;
- довідник засобів захисту рослин (ЗЗР): по кожному виду ЗЗР міститься інформація про норму витрати, норми витрати води; якщо ЗЗР є сумішшю, то заповнюється таблична частина довідника, що містить процентний склад сумішей;
- довідник добрив: по кожному виду добрив міститься інформація про групу (азотні / фосфорні / калійні / комплексні / органічні), хімічний склад (діючі речовини і мікроелементи), а також норму витрати води на одиницю внесення добрив; якщо добриво є сумішшю, то заповнюється таблична частина довідника, що містить процентний склад сумішей;
- реєстр відомостей про поправочні коефіцієнти для попередників: задає поправочні коефіцієнти на витрату ПММ і норму виробітку для конкретних видів робіт у випадку, якщо перед поточною культурою на полі вирощувалась вказана культура-попередник (рис. 10.9).

Окрім цього, для кожного підприємства заповнюється індивідуальний перелік полів, який містить наступну інформацію:

- середні відстані вантажоперевезень;
- площа поля;
- поточна сівозміна поля;
- вид сільгоспугідь;
- ухил рельєфу і т.п.

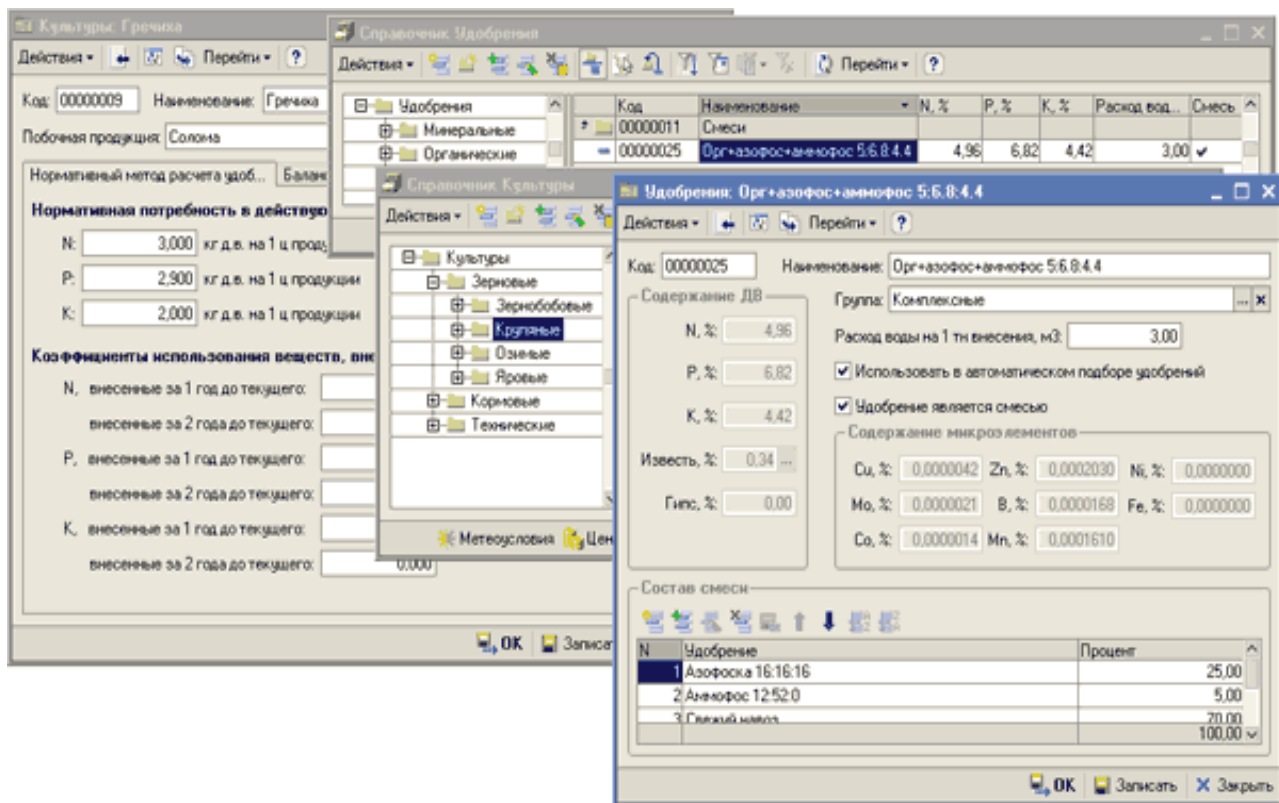


Рис. 10.9. Довідники, що використовуються програмою

Для полів також задається періодична (змінна з часом) інформація про наступні події:

- яка культура і з якою врожайністю висівалася на полі;
- які види насіння / розсади використовувалася при цьому;
- за якою технологією проводився обробіток;
- до якої сівозміни належало поле;
- результати аналізу ґрунту;
- потреба в діючих речовинах;
- план внесення добрив і т.п.

Склад і заповнення технологічної карти. Для кожної культури заповнюється технологічна карта. Вона складається з декількох розділів:

- загальні дані: з відповідних довідників вибираються дані про культуру. Заповнюється площа посіву, врожайність основної і побічної продукції, вид насіння або розсади (ці величини при розрахунку технологічної карти можуть перекриватися даними, вказаними для полів), частка витрат на побічну продукцію, нормативний прибуток, відсоток інших витрат. Вибирається метод розрахунку умовних еталонних га в технологічній карті;
- внесення добрив на 1 га: для кожного способу внесення добрив - основного, рядкового і підгодівлі, задаються вид добрива (або суміші), що вноситься, планована кількість внесення на 1 га (при розрахунку технологічної карти для полів ця інформація замінюється даними конкретного поля), відбувається

автоматичний підрахунок внесення діючих речовин в ґрунт разом з добривами.

Останнім етапом є власне заповнення технологічної карти для замовлення (у довіднику Роботи технологічної карти по рослинництву), яке здійснюється шляхом візуального вибору видів робіт з вказівкою їх характеристик і засобів виконання (рис. 10.10).

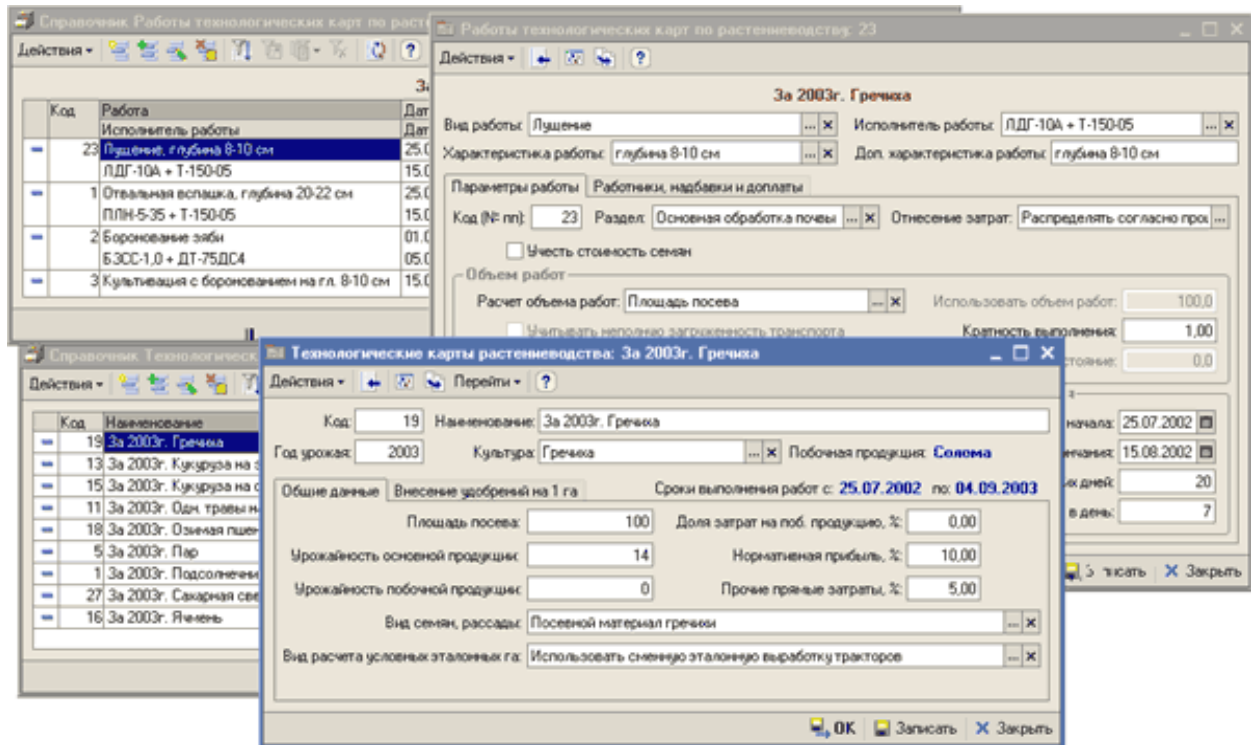


Рис. 10.10. Пример заповнення технологічної карти

Решта параметрів виконання робіт розраховується автоматично на основі введеної довідкової інформації. По кожному виду робіт необхідно здійснити запис елементу технологічної карти, що містить наступні розділи:

- загальні дані: вводиться інформація про виконувану роботу, її виконавця (механізми – агрегати або виді автотранспорту), характеристику;
- параметри роботи: вказується розділ технологічної карти, до якого відноситься робота, спосіб віднесення витрат (цілком на основну або побічну продукцію, або розподіл), параметри розрахунку об'єму робіт (зокрема, для автотранспортних робіт – спосіб визначення відстані вантажоперевезень, облік неповної завантаженості і т.п.), кратність виконання роботи. Задаються параметри обліку витрати матеріалів – добрив, засобів захисту рослин і насіння, є можливість не враховувати роботу при розрахунку технологічної карти в тому випадку, коли задане внесення добрив в ґрунт для поточного поля не проводиться.

Вказуються терміни виконання роботи, кількість робочих днів і годин відпрацьованих за день;

- працівники, надбавки і доплати: вводиться інформація про чисельність обслуговуючого персоналу, необхідного для виконання робіт, груп трактористів-машиністів і інших працівників. У разі потреби може бути вказано, що розрахунок оплати праці проводиться відрядно, указуються можливі варіанти надбавок і доплат за виконання роботи (відсотки надбавок і доплат задаються роздільно для кожного підприємства).

Сформована технологічна карта зберігається в базі даних з можливістю повторного звернення, корегування і друку.

Друк технологічної карти і додатків (вихідні форми).

Основні друкарські форми технологічної карти включають:

- Технологічна карта по виробництву продукції рослинництва (загальна, основна і побічний продукції): власне технологічна карта. Можуть бути виведені підсумки по розділах технологічних карт, можна вибрати друкарську форму: з підсумками по розділах і лише із загальними підсумками.
- Зведені дані за визначенням витрат на виробництво продукції рослинництва: підсумкова вибірка з технологічної карти по статтях витрат і видах матеріалів, що витрачаються, з розділенням на різні види продукції. Виділені витрати на 1 центнер основної і побічної продукції і на площу посіву.
- Основні витрати по періодах: структура основних витрат по періодах, можлива різний ступінь деталізації періодів. При формуванні звіту витрати вважаються рівномірно розподіленими по термінах виконання робіт.
- Потреба в матеріалах по періодах: структура витрат матеріалів по періодах, можливий різний ступінь деталізації періодів. При формуванні звіту витрати вважаються рівномірно розподіленими по термінах виконання робіт. За допомогою налаштувань в звіт можна включити матеріали конкретних видів: ПММ, добрива, засоби захисту рослин та інші (вода, посівний матеріал).
- Витрати за видами сільськогосподарських робіт на один га роботи: розгорнутий аналіз структури витрат за видами сільськогосподарських робіт, перерахований на один гектар роботи. Також містить структуру витрат для індексації (процентне співвідношення статей витрат в загальній вартості виконання робіт), що дозволяє зробити перерахунок і проаналізувати витрати при іншому рівні цін (наприклад, в умовах великої інфляції).
- Витрати за видами сільськогосподарських робіт на один га роботи: розшифровка складу доплат і надбавок, що виплачуються працівникам. Розгортається в розрізі видів доплат

і надбавок і видів працівників (трактористи-машиністи, водії і інші працівники).

- Діаграма термінів виконання робіт: діаграма, в наочному вигляді що відображає календарні терміни і послідовність виконання різних видів робіт. Види робіт відображаються з вказівкою виконавців роботи (машин, агрегатів) (рис. 10.11).

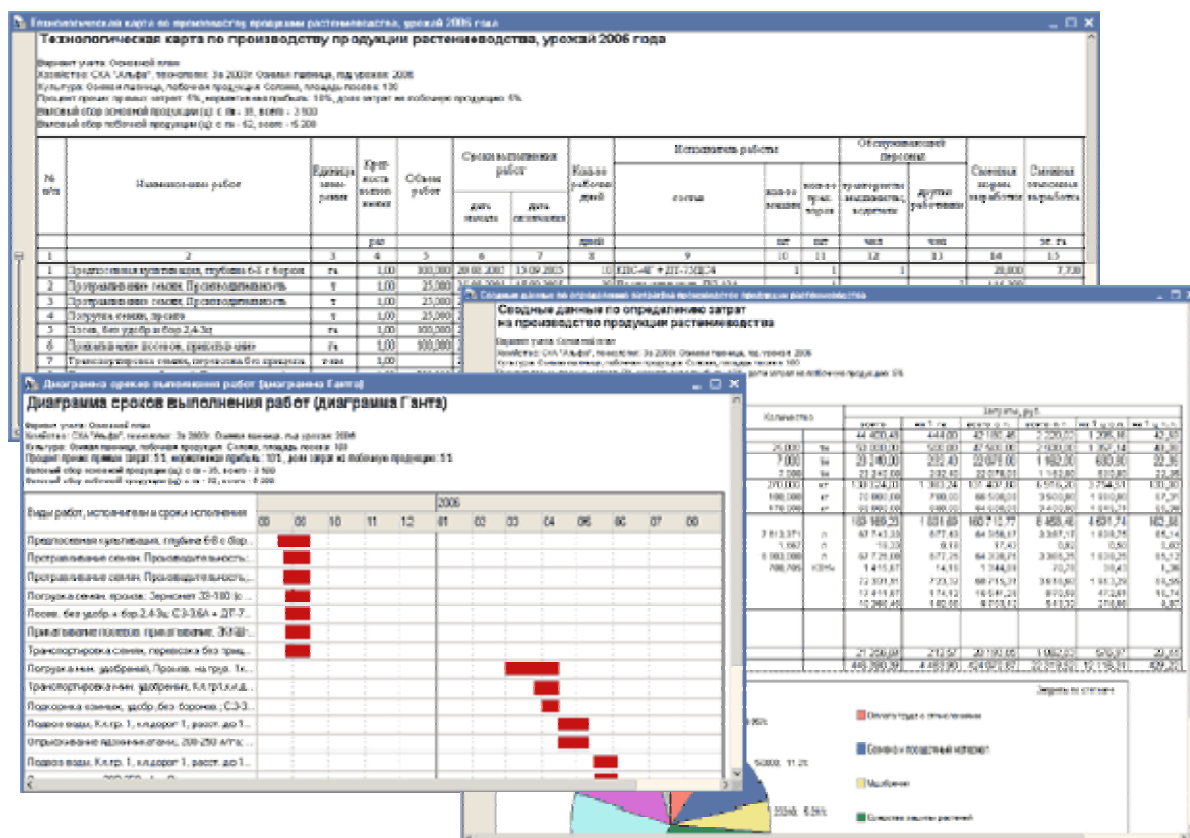


Рис. 10.11. Основні друкарські форми технологічної карти

Формування технологічних карт можливо як за технологією в цілому, так і для конкретних об'єктів витрат (операцій). Карти формуються на двох рівнях – річне планування та фактична технологія. Крім того, в картах розраховуються не тільки витрати на технологію вирощування, а також супроводжуються розрахунком чистого прибутку і рентабельності.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Застосування ГІС в агросфері, сільському і водному господарстві спрямовано на збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, оптимізації її транспортування і збуту, покращення екологічного стану земельних і водних ресурсів, меліорацію ландшафтів.

Важливим питанням при проектуванні ГІС є **моделювання і прогнозування** явищ і процесів, які охоплені геоінформаційною системою.

Один із основних законів менеджменту стверджує: "Управляти – це передбачити, прогнозувати". Прогноз – ймовірне описання можливого або бажаного. Теоретичною основою прогнозування є моделювання.

Даний навчальний посібник призначений для навчальної дисципліни "Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем", яка безумовно є необхідною і перспективною в магістерських програмах (спеціалізаціях) ряду спеціальностей аграрних вищих навчальних закладів, що спрямовані на підготовку фахівців, призначених для прийняття оптимальних управлінських рішень в аграрній сфері, або для підготовки об'єктивної інформації для вирішення складних професійних задач і проблем. Навчальний посібник побудований на результатах досліджень, на реальних прикладах моделювання і прогнозування для проектів ГІС в агросфері, в управлінні водними земельними ресурсами, сільському господарстві.

Особливістю книги є реальність і комплексність поданого матеріалу. До роботи була залучена значна кількість фахівців, які займаються теоретико – методологічними питаннями ГІС, розробкою їх ідей, апаратним і програмним забезпеченням, підготовкою бази даних та електронних карт, моделюванням і прогнозуванням процесів в різних напрямках розвитку і галузях агросфери: геодезії, землепорядкуванні, ґрунтознавстві, гідрогеології, гідрогеохімії, меліорації, екології, землеробства, водопостачанні тощо. Таким чином у користувача навчального посібника при освоєнні курсу відбувається формування цілісної системної платформи знань і навичок, необхідних для підготовки фахівця до того, щоб розпочати планування успішного ГІС – проекту.

Геоінформаційні системи (ГІС) - це не тільки галузь сучасних високих комп'ютерних інформаційних технологій. В науці, освіті і виробництві це галузь ефективнішого бізнес-консалтингу, це системи прийняття оптимальних управлінських рішень, це інтегрований показник рівня розвитку науково-технічного прогресу країни, якості і перспективності підготовки в університетах фахівців всіх галузей. Жодна галузь в світі не розвивається так стрімко, як сфера ГІС-технологій.

Знание точного значения слов и их различия между собой, хотя бы самого лёгкого, есть необходимое условие всякого истинного мышления, ибо слова суть выражения понятий. А можно ли мыслить, не умея отличать во всей тонкости одного понятия от другого?

В.Г. Белинский

ГЛОСАРІЙ

Автентичність (Authenticity) - в обробці даних - властивість даних бути справжніми, що означає, що - дані були створені законними учасниками інформаційного процесу; і - дані не піддавалися випадковим або навмисним спотворенням.

Автоматизація електротехнічного проектування Electrical Design Automatization (EDA)- технологія автоматизації праці розробників електротехнічних пристроїв, що забезпечує створення електротехнічних приладів, апаратів, машин, а також розробку прикладних програм, що забезпечують процес проектування.

Автоматизована навчальна система (АНС)- комплекс програмно-технічних і навчально-методичних засобів, що забезпечують активну учбову діяльність: - навчання конкретним знанням; - перевірку відповідей учнів; - можливість підказки; - привабливість матеріалу, що вивчається.

Автоматизована обробка даних - обробка даних, що виконується засобами обчислювальної техніки.

Автоматизована система (АС) - комплекс технічних, програмних, інших засобів і персоналу, призначений для автоматизації різних процесів.

Автоматизована система наукових досліджень (АСНД) - система призначена для автоматизації наукових експериментів, а також для здійснення моделювання досліджуваних об'єктів, явищ і процесів, вивчення яких традиційними засобами утруднено або неможливо.

Автоматизована система управління (АСУ) (Automatized management system) - сукупність математичних методів, технічних засобів і організаційних комплексів, що забезпечують раціональне управління складним об'єктом або процесом відповідно до заданої мети. У складі АСУ виділяють: - основну частину, в яку входять інформаційне, технічне і математичне забезпечення; і - функціональну частину, до якої відносяться взаємозв'язані програми, які автоматизують конкретні функції управління.

Автоматизоване робоче місце (АРМ) - індивідуальний комплекс технічних і програмних засобів, що призначений для автоматизації професійної праці фахівця і забезпечує підготовку, редагування, пошук і видачу на екран і друк необхідних йому документів і даних.

Автоматизоване робоче місце забезпечує оператора всіма засобами, необхідними для виконання певних функцій.

Агроекологія — це наука про формування сталої агросфери. Вона покликана шукати шляхи розв'язання відповідних проблем як для сьогодення, так і для майбутнього.

Агроекологічний потенціал – здатність ґрунтів виконувати функцію сільськогосподарських угідь, створювати оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських рослин, а також підтримувати екологічну рівновагу в агроландшафтах і природному середовищі.

Адекватність інформації - рівень відповідності образу, що створюється за допомогою одержаної інформації, реальному об'єкту, процесу, явищу і т.п.

Актуалізація даних - приведення даних у відповідність із станом об'єктів наочної області, що відображаються. Актуалізація реалізується за допомогою операцій додавання, виключення і редагування записів.

Аналіз близькості - просторово-аналітична операція, заснована на пошуку двох найближчих крапок серед заданої їх множини, яка використовується в різних алгоритмах просторового аналізу.

Аналіз видимості/невидимості - операція обробки цифрових моделей рельєфу, що забезпечує оцінку поверхні з погляду видимості або невидимості окремих її частин шляхом виділення зон і побудови карт видимості/невидимості з деякої точки огляду або безлічі крапок, заданих їх положенням в просторі.

Анотація - в ГІС - сукупність текстових, цифрових, символічних, графічних і інших елементів, що розміщуються всередині або поза полем картографічного зображення. Анотація є допоміжним і додатковим оснащенням карт або іншої графіки.

Антропогенний вплив (антропогенний прес) – будь – який вид господарської діяльності людини по відношенню до природи.

Апаратні засоби — це комп'ютер, на якому запущена ГІС. В даний час ГІС працюють на різних типах комп'ютерних платформ — від централізованих серверів до окремих або зв'язаних мережею настільних комп'ютерів.

Апроксимація (approximation) - заміна одних математичних об'єктів іншими, в тому або іншому сенсі близькими до результатних.

Апроксимація дозволяє досліджувати числові характеристики і якісні властивості об'єкту, зводячи завдання до вивчення простіших або зручніших об'єктів, характеристики яких легко обчислюються або властивості яких вже відомі.

Наприклад, в геометрії і топології розглядаються А. кривих, поверхонь, просторів і відображень. Деякі розділи математики по суті цілком присвячені А., наприклад, теорія наближення функцій, чисельні методи аналізу. Особливе місце в завданнях А. належить поліномам Чебишева.

Широке застосування останніми роками одержали і методи А. сплайнами (spline).

Методи А. у тривимірному просторі входять до складу інструментарію картографічного методу дослідження, застосовуються при обробці цифрових моделей рельєфу, можуть бути використані в комплексі з іншими операціями просторового аналізу в ГІС.

Архів (Archive) - в інформатиці - організована сукупність інформаційних масивів або програм, що тривало зберігаються на зовнішніх машиночитаних носіях з метою забезпечення можливості їх подальшого використання.

Атрибут даних (Data attribute) - параметр даних, що відноситься до їх структурних властивостей, який використовується для вказівки контексту даних або додання їм смислового значення.

Атрибут, реквізит (Attribute) - в широкому сенсі - просторова і непросторова властивість просторового об'єкту. Атрибут - у вузькому сенсі – непросторовий, якісна або кількісна ознака, яка характеризує просторовий об'єкт і асоційований з його унікальним номером або ідентифікатором.

Атрибути лінії – включають стиль, список кольорів лінії, тип, товщину лінії тощо.

База даних (Database; Data base (DB)) - сукупність зв'язаних даних, організованих за певним правилом, що передбачає загальні принципи опису, зберігання і маніпулювання, незалежна від прикладних програм.

База даних є інформаційною моделлю наочної області. Звернення до баз даних здійснюється за допомогою системи управління базами даних (СУБД).

База знань, БЗ (knowledge base) –сукупність знань про деяку наочну область, на основі якої можна приймати рішення.

Основна частина експертних систем, в яких за допомогою БЗ представляються навикі і досвід експертів, які розробляють евристичні підходи в ході рішення проблем.

Звичайно БЗ є набором фактів і правил, що формалізують досвід фахівців в конкретній наочній області і що дозволяють на питання про неї давати відповіді, які в явному вигляді не містяться в БЗ.

Банки даних – інформаційні процеси централізованого зберігання тематичних даних, які вміщують зафіксовані значення безпосередніх характеристик (вимірів) стану та умов функціонування різних компонентів природно – агроеліоративних геосистем.

Бергштрихи по горизонталях – показують напрямок схилу рельєфу, наносяться на позначених об'єктах.

Буферна зона (Буфер) - полігональний шар, утворений шляхом розрахунку і побудови еквідистант або еквідистантних ліній, рівновіддалених щодо безлічі точкових, лінійних або полігональних просторових об'єктів.

Вектор (від лат. vector) – відрізок певної довжини та напрямку. В. Відображають ті або інші векторні величини: силу, швидкість, прискорення та ін. Дії над В. вивчають у векторному обчисленні.

Векторне обчислення – розділ математики, в якому вивчають операції над векторами: векторна алгебра, векторний аналіз.

Векторний простір – математичне поняття, яке узагальнює поняття сукупності всіх векторів трьохмірного простору на випадок довільного числа вимірів.

Виконавці — фахівці необхідної кваліфікації.

Вимірювальна інформація (Measurement information; Information de mesure) - інформація про значення фізичних величин. У вимірювальну інформацію можуть також входити дані про погрішності вимірювань, число вимірювань та ін.

Відмивання - пластичне півтонове зображення рельєфу шляхом накладення тіней. Звичайно, застосовують:

- відмивання при бічному освітленні, коли джерело світла знаходиться в лівому верхньому кутку карти;
- відмивання при прямовисному освітленні, коли світло падає зверху;
- відмивання при комбінованому освітленні, коли місцевість вважається освітленою з різного боку.

Автоматичне відмивання виконується на основі цифрових моделей рельєфу у вигляді растрового півтонового зображення.

Візуалізація (Visualization) - Графічне відтворення; Відображення. У ПІС-проекуванні і генерація зображень на пристроях відображення на основі початкових цифрових даних, а також правил і алгоритмів їх перетворення.

Візуальна інформація (visual information) - дані, що відображаються на екрані дисплея, телевізора, табло.

Віртуальна реальність (virtual reality, VR), штучна дійсність - в усіх відношеннях подібна справжній і абсолютно від неї не відмітна. При цьому між штучною дійсністю і людиною, що її сприймає, утворюється двосторонній зв'язок. Динамічна модель реальності створюється засобами тривимірної комп'ютерної графіки і забезпечує (за допомогою спеціальної апаратури - шолома-дисплея (head-mounted display, HMD) і сенсорної рукавички взаємодію користувача з віртуальними об'єктами в режимі реального часу з ефектом його участі в конструйованих сценах і подіях.

Важливе місце у виникненні і розвитку систем В.р. належить тренажерам, перш за все авіаційним.

З розширенням круга користувачів WWW виникла потреба включення в Web-сторінки елементів В.р.; для цієї мети служить мова VRML.

Створення елементів В.р. засобами ПІС, пов'язане з високореалістичним відтворенням зовнішнього вигляду фізіономічних елементів ландшафту за різних зовнішніх умов (денного, нічного і

смеркового освітлення; наявності хмарності, туману і серпанку; сезонних змін в стані ландшафту; фенофаз рослинного покриву і т.п.) на основі тривимірного моделювання місцевості шляхом накладення аеро- або космічного зображення на цифрову модель рельєфу, знаходить застосування в симуляторах і тренажерних системах.

Внутрішня інформація (Insider information) - інформація про компанію, яка ще не була опублікована.

Водогосподарський моніторинг (ВГМ) – підсистема моніторингу меліорованих земель (ММЗ), яка охоплює спостереженнями складові природно – технічних геосистем, що характеризують фактори зовнішнього і, насамперед, техногенного впливу на геосередовище, технічний стан зрошувальних систем і водогосподарських об'єктів, стан водних ресурсів, забруднення та якості поверхневих, поливних і дренажно – скидних вод, рентабельність водогосподарських об'єктів, меліоративних заходів і технологій.

Водні ресурси – придатні для використання запаси поверхневих і підземних вод певної території.

Вузол (node, junction) - початкова точка (beginning point, start node) або кінцева точка (ending point, end node) дуги у векторно-топологічному представленні (лінійно-вузловій моделі) просторових об'єктів типу лінії або полігону; списки або таблиці В. містять атрибути, що встановлюють топологічний зв'язок зі всіма дугами, що замикаються в ньому, вузли, утворені перетином двох і лише двох дуг або замиканням на себе однієї дуги, носять назву псевдовузлів (pseudonode).

Гаряче резервування (Hot reservation) - використання додаткових інформаційних потужностей і підтримка їх в активному режимі з метою гнучкого і оперативного збільшення пропускної спроможності і надійності автоматизованої системи.

Генералізація просторових даних (Spatial data generalization; Spatial data generalisation) - в ГІС - узагальнення позиційних і атрибутивних даних про просторові об'єкти в автоматичному або інтерактивному режимах з використанням операторів генералізації.

Геосистема – матеріальний об'єкт (або клас полігеокомпонентних систем), що складається із взаємозумовлених і взаємопов'язаних у розташуванні природних та техногенних компонентів, які розвиваються у часі як частина цілого. Основними підсистемами природно – технічних геосистем є геологічне середовище, атмосфера, поверхнева геосфера, біота, об'єкти техносфери.

Геологічне середовище (геосередовище) – багатокомпонентна динамічна система, що охоплює верхню частину літосфери, яка знаходиться під техногенним впливом; основними її складовими (компонентами) є гірські породи, ґрунти, підземні води, рельєф та геоморфологічна будова, форма прояву геологічних, інженерно – геологічних і ґрунтоутворювальних процесів.

Географічна інформаційна система (Геоінформаційна система, ГІС) - інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і розповсюдження просторово-координованих даних (просторових даних).

ГІС призначені для вирішення наукових і прикладних завдань інвентаризації, аналізу, оцінки, прогнозу і управління навколишнім середовищем і територіальною організацією суспільства.

Основу ГІС складають автоматизовані картографічні системи, а головними джерелами інформації служать різні геозображення.

Географічні дані - Spatial data; Geographic data; Geographical data; Geospatial data; Georeferenced data. Просторові дані - цифрові дані про просторові об'єкти, що включають відомості про їх місцезнаходження і властивості, просторові і непросторові атрибути.

Геоінформатика - наука, технологія і виробнича діяльність:

- по науковому обґрунтуванню, проектуванню, створенню, експлуатації і використанню географічних інформаційних систем;
- по розробці геоінформаційних технологій;
- по прикладних аспектах або додатках ГІС для практичних або геонаукових цілей.

Геоінформаційне картографування - галузь картографії, що займається автоматизованим складанням і використанням карт на основі геоінформаційних технологій і баз географічних знань.

Геоінформаційний аналіз - аналіз розміщення, структури, взаємозв'язків об'єктів і явищ з використанням методів просторового аналізу і геоделювання.

Геоінформаційні технології (ГІС-технології) - технологічна основа створення географічних інформаційних систем, що дозволяє реалізувати їх функціональні можливості.

Геокодування - метод і процес позиціонування просторових об'єктів відносно деякої системи координат і їх атрибутування.

Графічна інформація - відомості або дані, представлені у вигляді схем, ескізів, зображень, графіків, діаграм, символів.

Геометричні контури об'єктів – поворотні точки, які були зареєстровані при зборі або взяті за шаблоном.

Дані - відомості (Data): - одержані шляхом вимірювання, спостереження, логічних або арифметичних операцій, і представлені у формі, придатній для постійного зберігання, передачі і (автоматизованій) обробки. Це, ймовірно, найбільш важливий компонент ГІС. Дані про просторове положення (географічні дані) і пов'язані з ними табличні дані можуть збиратися і готуватися самим користувачем або отримуватися у постачальників на комерційній або іншій основі.

Дані дистанційного зондування, ДДЗ (remote sensing data, remotely sensed data, remote surveying data, aerospace data), - дані про поверхню Землі, об'єкти, які розташовані на ній або в її надрах, одержані в процесі зйомок будь-якими неконтактними, тобто дистанційними методами.

За традицією, що склалася, до ДДЗ відносять дані, одержані за допомогою знімальної апаратури наземного, повітряного або космічного базування, що дозволяє одержувати зображення в одному або декількох ділянках електромагнітного спектру. Характеристики такого зображення залежать від багатьох природних умов і технічних чинників. До природних умов відносяться сезон зйомки, освітленість поверхні, що знімається, стан атмосфери і т.д. До основних технічних чинників - тип платформи, що несе знімальну апаратуру; тип сенсора; метод управління процесом зйомки; орієнтація оптичної осі знімального апарату; метод отримання зображення.

Головні характеристики ДДЗ визначаються числом і градаціями спектральних діапазонів; геометричними особливостями одержуваного зображення (вид проекції, розподіл спотворень), його дозволом.

Дистанційне зондування - науковий напрям для проведення вимірювань земної поверхні з використанням сенсорів, таких як різні камери на борту літальних апаратів, приймачі системи глобального позиціонування або інших пристроїв.

Дозвіл растрового шару - можна охарактеризувати як мінімальний лінійний розмір самого дрібній частині географічного простору, для якого в шарі записуються дані. У загальному випадку ця частина прямокутна, але частіше всього - квадратна.

Документна інформація (Documentation information) - інформація, що міститься в документах.

Дослідна експлуатація автоматизованої системи - комплексна перевірка готовності автоматизованої системи. Дослідна експлуатація має на своїй меті перевірку алгоритмів, відладку програм і технологічного процесу обробки даних в реальних умовах.

Довкілля (навколишнє середовище) – середовище існування та виробничої діяльності людини; система взаємопов'язаних природних та антропогенних об'єктів.

Достовірність інформації (Validity of information) - властивість інформації бути правильно сприйнятою. У загальному випадку достовірність інформації досягається:

- вказівкою часу звершення подій, відомості про які передаються;
- зіставленням даних, одержаних з різних джерел;
- своєчасним розтином дезінформації;
- виключенням спотвореної інформації і ін.

Дуга (Arc, link) - 1. послідовності сегментів, що має початок і кінець у вузлах; елемент (примітив) векторний-топологічних (лінійно-вузлових) уявлень лінійних і полігональних просторових об'єктів (див. лінія, полігон);

2. крива, що описується відносно безлічі крапок деякими аналітичними функціями.

Електронна карта - програмно-кероване картографічне зображення, візуалізоване з використанням програмних і технічних засобів в прийнятій для карт проекції і системі умовних знаків.

Електронна карта будується на основі даних цифрових карт або баз даних ГІС.

Елементарний об'єкт - має структурований опис семантичних і графічних атрибутів, а також фактів і характеру його взаємодії з іншими об'єктами.

Засоби забезпечення автоматизованих інформаційних систем і їх технологій - програмні, технічні, лінгвістичні, правові, організаційні засоби, які використовуються або створюються при проектуванні інформаційних систем і такі, що забезпечують їх експлуатацію, зокрема:

- програми для електронних обчислювальних машин;
- засоби обчислювальної техніки і зв'язку;
- словники, тезауруси і класифікатори;
- інструкції і методики;
- положення, статuti, посадові інструкції;
- схеми та їх опис;
- інша експлуатаційна і супровідна документація.

Збір – векторизація даних з растрових джерел (орієнтованих сканованих зображень карт або планів).

Земельна інформаційна система, ЗІС (land information system) - географічна інформаційна система земельно-ресурсної і земельно-кадастрової спеціалізації.

Знак (Sign; Від лат. Signum – знак) - предмет, явище або дія, який сприймається матеріально, через почуття, які необхідні:

- для позначення іншого предмету, властивості або відношення;
- для переробки і передачі інформації.

Визначальною стороною знаку є його значення, яке може бути наочним, смисловим або експресивним. Розрізняють мовні і немовні знаки.

Зрошення земель – штучне зволоження ґрунту для підвищення його родючості.

Зрошувані землі – землі, на яких є постійна або тимчасова зрошувальна мережа, пов'язана з джерелом зрошення, водні ресурси якого забезпечують полив цих земель.

Зрошувальна система – гідромеліоративна система для зрошення земель.

Землі сільськогосподарського призначення – землі, надані для виробництва сільськогосподарської продукції, здійснення сільськогосподарської науково – дослідної та навчальної діяльності, розміщення відповідної виробничої інфраструктури або призначені для цих цілей.

Знання (Knowledge) - в інформатиці - вид інформації, що відображає досвід фахівця (експерта) в певній наочній області, його розуміння безлічі поточних ситуацій і способи переходу від одного опису об'єкту до іншого.

Значення ячеек - інформація, що зберігається в шарі, про географічне явище по рядках і стовпцях. Ячейки, що належать одній зоні, мають однакові значення.

Зона растрового шару - безліч дотичних кліток растру, що мають однакове значення. Не всі растрові карти містять зони - якщо клітки шару містять значення безперервно явища, що змінюється в просторі, цей шар не міститиме зон.

Зшивання (mapjoin, mosaicking) - автоматичне об'єднання векторних цифрових записів двох окремих суміжних (листів) цифрових карт або шарів ГІС (mapjoin), а також монтаж (mosaicking) окремих цифрових знімків або інших цифрових зображень в растровому форматі в єдину карту, зображення, шар; у цей процес входить (або передуює йому) операція зведення. Операція, зворотна, носить назву фрагментації (tiling).

Інтерпретація даних - сукупність припущень про характер даних, одержаних в результаті вимірювання і підлягаючих аналізу.

Інтерполяція даних - Основна робота в цій області складається з конверсії даних, пов'язаних з точками проведення вимірювань до створення повноцінної карти.

Ієрархія геосистем – структурна та функціональна супідрядність геосистем різного рівня організації, яка базується на картографічному виявленні їхньої просторової мозаїки.

Інформатика (Informatics) - в широкому сенсі - галузь знань, що вивчає загальні властивості і структуру наукової інформації, а також закономірності і принципи її створення, перетворення, накопичення, передачі і використання в різних областях людської діяльності. Інформатика - у вузькому сенсі - галузь знань, що вивчає закони і методи накопичення, передачі і обробки інформації за допомогою комп'ютера.

Інформаційна економіка. Економіка, заснована на знаннях (Information economy; Knowledge economy), - економіка, в якій більша частина валового внутрішнього продукту забезпечується діяльністю по виробництву, обробці, зберіганню і розповсюдженню інформації і знань, причому в цій діяльності беруть участь більша половина зайнятих.

Інформаційна послуга (Information service) - послуга, орієнтована на задоволення інформаційних потреб користувачів шляхом надання інформаційних продуктів.

Інформаційні послуги - дії суб'єктів (власників і власників) по забезпеченню користувачів інформаційними продуктами.

Інформаційна система (Information system) - організаційно впорядкована сукупність документів (масивів документів) і інформаційних технологій, зокрема з використанням засобів обчислювальної техніки і зв'язку, що реалізують інформаційні процеси.

Інформаційна система призначена для зберігання, обробки, пошуку, розповсюдження, передачі і надання інформації.

Інформаційне забезпечення - в автоматизованих системах - сукупність єдиної системи класифікації і кодування інформації, уніфікованих систем документації і інформаційних масивів.

Інформаційне суспільство (Information society) - концепція постіндустріального суспільства; нова історична фаза розвитку цивілізації, в якій головними продуктами виробництва є інформація і знання. Відмінними рисами інформаційного суспільства є:

- збільшення ролі інформації і знань в житті суспільства;
- зростання частки інформаційних комунікацій, продуктів і послуг у валовому внутрішньому продукті;
- створення глобального інформаційного простору, що забезпечує:
 - а) ефективну інформаційну взаємодію людей;
 - б) їх доступ до світових інформаційних ресурсів;
 - в) задоволення їх потреб в інформаційних продуктах і послугах.

Інформаційний запит (Information demand) - в широкому сенсі - текст, що виражає інформаційну потребу. Інформаційний запит - у вузькому сенсі - вхідне повідомлення в автоматизовану систему, що містить вимогу на видачу інформації.

Інформаційний підхід Information approach - метод наукового пізнання об'єктів, процесів або явищ природи і суспільства, згідно якому в першу чергу виявляються і аналізуються найбільш характерні інформаційні аспекти, що визначають функціонування і розвиток об'єктів, що вивчаються.

Інформаційні процеси (Information processes) - процеси збору, обробки, накопичення, зберігання, пошуку і розповсюдження інформації.

Інформаційні технології (IT) - засновані на інформаційних процесах, які можна розділити на 3 великі групи:

- отримання інформації;
- її обробка;
- представлення.

Ці процеси забезпечуються, у свою чергу, процесами зберігання і передачі інформації, введення – обробка /зберігання/ передача – виведення.

Інформація (Information) - зведення про осіб, предмети, факти, події, явища і процеси незалежно від форми їх уявлення. Інформація зменшує ступінь невизначеності, неповноту знань про осіб, предмети, події і т.д.

Інформація інтелектуальна – вкладення ресурсів в навчання, підготовку, одержання ліцензії і "ноу - хау", сумісні наукові розробки.

Інформаційно–довідкова інформація – загально довідкова інформація щодо об'єктів дослідження, умов ведення контролю у різних природно – меліоративних регіонах (позиційні коди, каталоги, кадастри тощо), організована за тематичними модулями.

Карта - це дуже ефективний і інформативний спосіб зберігання, уявлення і передачі географічної (що має просторову прив'язку) інформації.

Картографічна база даних - сукупність взаємозв'язаних картографічних даних по певній наочній області, представлена в цифровій формі при дотриманні загальних правил опису, зберігання і маніпулювання даними.

Картографічна база даних доступна багатьом користувачам, не залежить від характеру прикладних програм і управляється системою управління базами даних (СУБД).

Картографічний банк даних - комплекс технічних, програмних, інформаційних і організаційних засобів зберігання, обробки і використання цифрових картографічних даних.

До складу картографічного банку даних входять:

- картографічні бази даних по одній або декількох наочних областях;
- система управління базами даних;
- бібліотеки запитів і прикладних програм.

Картографічний візуалізатор - програмний засіб ГІС з набором функцій, обмежених можливостями відеоекранної візуалізації картографічних зображень, з факультативними функціональними можливостями:

- доповнення і перетворення атрибутивних даних, їх експорту і імпорту, статистичної обробки;
- ділової графіки;
- висновку зображень на інші графічні периферійні пристрої.

Кількість інформації (Information content) - в теорії інформації :

- міра інформації, що повідомляється появою події певної вірогідності;
- або - міра оцінки інформації, що міститься в повідомленні;
- або - міра, що характеризує зменшення невизначеності, що міститься в одній випадковій величині відносно іншій.

Комунікація (Communication; Від лат.Communico) - в широкому сенсі - обмін інформацією між індивідами через засоби загальної системи символів.

Комунікація може здійснюватися вербальними і невербальними засобами. Розрізняють механістичний і діяльностний підхід до комунікації.

Комунікація - в механістичному підході - однонаправлений процес кодування і передачі інформації від джерела і прийому інформації одержувачем повідомлення.

Комунікація - в діяльностному підході - спільна діяльність учасників комунікації (комунікантів), в ході якої виробляється загальний (до певної межі) погляд на речі і дії з ними.

Ландшафт (Landscape) – генетично однорідна територіальна схема, що складається із взаємозв'язаних природних чи антропогенних комплексів.

Ландшафтні меліорації – система меліоративних заходів, спрямованих на поліпшення умов виконання ландшафтом соціально економічних функцій.

Лінгвістичне забезпечення автоматизованої системи - сукупність мовних засобів, які використовуються в автоматизованих системах, а також правил формалізації природної мови в цілях підвищення ефективності машинної обробки інформації.

Математичне забезпечення автоматизованої системи - сукупність алгоритмів і програм, необхідних для управління системою і рішення з її допомогою завдань обробки інформації обчислювальною технікою.

Меліорація – галузь народного господарства, яка охоплює питання поліпшення природних умов земель, що використовуються.

Меліоровані землі – землі меліоративного фонду, на яких здійснюється меліорація.

Меліоративний режим – сукупність вимог до регулюємих показників ґрунтоутворюючого процесу.

Метадані (Metadata) - дані про дані: каталоги, довідники, реєстри, бази метаданих, що містять відомості про склад даних, зміст, статус, походження, місцезнаходження, якість, формати і форми уявлення, умовах доступу, придбання і використання, авторського, майнових і суміжних з ними правах на дані і ін.

Методи — це набір алгоритмів по обробці баз даних.

Менеджер умовних знаків – містить бібліотеку умовних знаків, а також дозволяє створювати нові умовні знаки, встановлювати їх тип, розміри, конфігурацію.

Менеджер шарів – дозволяє додавати нові шари й редагувати існуючі в будь – який момент у процесі роботи, встановлювати їхні атрибути: товщину, тип і колір лінії, колір і шаблон зафарбування, умовний знак, доступні для шару параметри.

Місцеположення - визначається впорядкованою парою ординат (номером терміни і стовпця ячейки). Звичайно відомі реальні географічні координати декількох кутів растрового зображення.

Мова карти (map language) - знакова система, що включає умовні позначення, способи картографічного зображення, правила їх побудови, вживання і читання, тобто граматику мови карти (map language grammar) для цілей створення і використання карт.

М.к. формується в процесі суспільно-історичної практики людства, забезпечуючи зберігання і передачу картографічної інформації і у ряді випадків (наприклад, в науках про Землю) виконує роль мови науки.

Дослідження і розробка М.к. ведуться в рамках картографічної семіотики.

Наукове знання (Science) - система знань про закони природи, суспільства, мислення. Наукове знання складає основу наукової картини світу і відображає закони його розвитку.

Науково-технічна інформація(HTI) (Science and technical information (STI)) - документована інформація, що виникає в результаті наукового і технічного розвитку, а також інформація, якої потребують керівники, інженерні і технічні науковці в процесі своєї діяльності, включаючи спеціалізовану економічну і нормативно-правову інформацію.

Обробка даних (Data processing; Performing data) - процес виконання послідовності операцій над даними. Обробка даних може здійснюватися в інтерактивному і фоновому режимах.

Оверлей - операція накладення один на одного двох або більше шарів, в результаті якого утворюється один похідний шар, що містить композицію просторових об'єктів початкових шарів, топологію цієї композиції і атрибути, арифметично або логічно похідні від значень атрибутів початкових об'єктів.

Околиця - область, що примикає до точкового об'єкту і розглядається з погляду приналежності до неї інших близьких об'єктів.

Операції виявлення зон. Шляхом аналізу суміжних кліток растрового зображення визначаються всі зони, що мають однакове значення. Кожній такій зоні привласнюється унікальний номер.

Орієнтування – визначення напрямку ліній, плану місцевості або карти відносно географічної, прямокутної чи полярної системи координат.

Орієнтація шару - кут між дійсною географічною північчю і напрямом, заданим лінією стовпців растру.

Ортофото - це фотографії, які геометрично скореговані, щоб їх можна було використовувати як проекційні карти, ідентичні даним території. Вони є дуже важливими як основа для карт, з якими можуть бути зв'язані інші цифрові карти. Програми ортофото можуть включати одну ферму, господарство, регіон, або державний рівень.

Оцифрування – процес аналого – цифрового перетворення графічних і картографічних жаних в цифрову форму, доступну в цифровому машинному середовищі за допомогою оцифровувачів різного типу.

Охорона водних ресурсів – заходи, спрямовані на збереження кількості і якості поверхневих і підземних вод.

Передача даних (Data communications) - в широкому сенсі - процес передачі даних по каналу зв'язку від джерела до приймача. Розрізняють синхронну і асинхронну передачу даних.

Перетворення карт (map transformation) - операція, в результаті якої одне зображення або початкова карта (primary map) перетворюється на іншу, в похідну карту (derivative map).

Мета П. к. - приведення картографічного зображення у вигляд, придатніший для вивчення якого-небудь конкретного об'єкту або явища

із застосуванням картографічного методу дослідження, математико-картографічного моделювання, геоінформаційних технологій.

П. к. виконується за допомогою операторів перетворення (transformation operator, transformation statement) - спеціальних логічних, графічних, графоаналітичних або математичних процедур.

Підсистема автоматизованої системи - частина автоматизованої системи, виділена за функціональною або структурною ознакою, що відповідає конкретним цілям і завданням.

Піксел (pixel, pel), пэл, піксель (скор. від англ. picture element - елемент зображення) - елемент зображення, найменша з його складових, яка одержана в результаті дискретизації зображення (розбиття на далі не ділимі елементи - дискреты, ячейки, або точки растру); характеризується прямокутною формою і розмірами, що визначають просторовий дозвіл зображення. Для представлення тіл або багат шарових комбінацій зображень (цифрових тривимірних зображень) використовується його тривимірний аналог - "кубічна" ячейка воксел (voxel, від англ. volume element або volume pixel, OBEL).

Маргінальний П., утворений змішенням декілька суміжних з ним (сусідніх) П. з відмінними від нього значеннями класів, а також П., непіддатливий віднесенню ні до одного з класів заданого набору, в технології цифрової обробки зображень одержав назву миксел (mixel, від англ. mixed element).

Площа, периметр зони. Для кожної зони обчислюється площа або периметр і обчислене значення привласнюється кожній ячейці растру замість номера зони. Інший варіант - формується таблиця, в якій для кожного номера зони указується площа і периметр.

Периметр обчислюється шляхом підсумовування довжин меж зовнішніх пікселів зони. Точність обчислень площі і периметра сильно залежить від орієнтації зони.

Повідомлення - в теорії комунікації - призначені для передачі вислову, тексту, зображення, фізичного предмету або вчинку. Повідомлення складаються із словесних або невербальних знаків.

Представлення просторових даних (Модель просторових даних Spatial data representation; Geospatial data model; Spatial data model) - спосіб цифрового опису просторових об'єктів, тип структури просторових даних. Найбільш споживаними уявленнями є: векторне, растрове, регулярно-комірчасте і квадротомічне.

Прикладне програмне забезпечення (Application software) - програмне забезпечення, що складається з:

- окремих прикладних програм і пакетів прикладних програм, призначених для вирішення різних завдань користувачів;
- автоматизованих систем, створених на основі цих (пакетів) прикладних програм.

Програмне забезпечення (ПЗ) (Software) - комплекс програм:

- що забезпечують обробку або передачу даних;
- призначених для багатократного використання і застосування різними користувачами.

По видах виконуваних функцій програмне забезпечення підрозділяється на системне, прикладне і інструментальне.

Програмне забезпечення - згідно ГОСТ 19781-90 - сукупність програм системи обробки інформації і програмних документів, необхідної для їх експлуатації.

Програмне забезпечення автоматизованої системи - сукупність програм для реалізації цілей і завдань автоматизованої системи.

Програмне забезпечення ПС - містить функції і інструменти, необхідні для зберігання, аналізу і візуалізації географічної (просторової) інформації.

Ключовими компонентами програмних продуктів є:

- інструменти для введення і операції географічною інформацією;
- система управління базою даних (DBMS або СУБД);
- інструменти підтримки просторових запитів, аналізу і візуалізації (відображення);
- графічний призначений для користувача інтерфейс (GUI) для легкого доступу до інструментів.

Просторовий аналіз (Spatial analysis) - група функцій, що забезпечують аналіз розміщення, зв'язків і інших просторових відносин просторових об'єктів, включаючи аналіз зон видимості/невидимості, аналіз сусідства, аналіз мереж, створення і обробку цифрових моделей рельєфу і ін.

Просторовий об'єкт (Feature; Spatial feature; Geographical feature; Object) - цифрове представлення об'єкту реальності (цифрова модель місцевості), що містить його місцезнаходження і набір властивостей, характеристик, атрибутів або сам цей об'єкт.

Виділяють чотири основних типи просторових об'єктів:

- 1) точкові;
- 2) лінійні;
- 3) площадкові (полігональні), контурні;
- 4) поверхні.

Просторові дані (Spatial data; Geographic data; Geographical data; Geospatial data; Georeferenced data) - цифрові дані про просторові об'єкти, що включають відомості про їх місцезнаходження і властивості, просторові і непросторові атрибути.

Растр (raster) - 1. оптичних ґрат з прозорими і непрозорими елементами (лініями з певною частотою, які називаються лінеатурою Р.), і використовуються при поліграфічному відтворенні півтонових зображень;

2. сімейства горизонтальних паралельних ліній, які створюють зображення на електронно-променевій трубці монітора або кінескопа телевізійного пристрою;

3. засобу цифрового представлення зображень у вигляді прямокутної матриці елементів зображення - пікселів, які створюють основу растрового представлення зображень або просторових об'єктів.

Ресурси – речовини або об'єкти, які необхідні організму для підтримання нормального існування зросту і розмноження, одержання матеріальних і духовних благ.

Робочий проект автоматизованої системи - технічна документація, затверджена в установленому порядку, що містить деталізовані загальносистемні проектні рішення, програми і інструкції за рішенням завдань, оцінку економічної ефективності автоматизованої системи і перелік заходів щодо впровадження.

Секретність даних (Secrecy) - властивість даних бути відомими і доступними тільки тому колу суб'єктів, для якого вони призначені.

Система автоматизованого проектування Computer-Aided Desing (CAD) - система призначена для виконання проектних робіт із застосуванням комп'ютерної техніки, що дозволяє створювати конструкторську і технологічну документацію на окремі вироби, будівлі і споруди.

Як вхідна інформація САПР використовує технічні знання фахівців, які вводять проектні вимоги, уточнюють результати, перевіряють одержану конструкцію, змінюють її і т.д.

Система автоматизованого проектування реалізується у вигляді комплексу прикладних програм, що забезпечують проектування, креслення, тривимірне моделювання конструкцій, плоских або об'ємних деталей.

Система числення - спосіб відображення чисел і правила дій над ними. Розрізняють позиційні і непозиційні системи числення.

Складений об'єкт - має структурований опис утворений групою інших об'єктів з певним (направленим) порядком їх проходження при утворенні визначуваного об'єкту.

Складний об'єкт - утворюється групою інших об'єктів (елементарних, складених, складних), порядок проходження яких при утворенні визначеного об'єкту не фіксований.

Соціальна інформація (Social information) - сукупність знань, відомостей, даних і повідомлень, які формуються і відтворюються в суспільстві і використовуються індивідами, групами, організаціями, різними соціальними інститутами для регулювання соціальної взаємодії, суспільних відносин і процесів.

Соціальні дані (Social data) - дані про соціальні факти, одержані в результаті соціологічного дослідження.

Спрайт (sprite), блок - комбінація, яка визначається користувачем, елементів зображення, з якої можна здійснювати операції (переміщати, видаляти, копіювати, обертати і ін.), як з єдиним цілим.

Стереомодель (stereomodel) - просторова модель об'єкту дистанційної зйомки, одержана по стереопарі (stereopair), тобто по двох зображеннях, що перекриваються. С. служить основою для створення цифрових моделей рельєфу методами фотограмметрії.

Структура даних (Data structure) - організаційна схема запису або масиву, відповідно до якої впорядковані дані, з тим щоб їх можна було інтерпретувати і виконувати над ними певні операції.

Сумісність геозображень (compatibility of geoimages) - взаємна несуперечність графічних образів на різних геозображеннях, що проявляється в єдності об'єкту, який зображається, інформаційної взаємодоповнюваності, можливості сумісного аналізу, обробки і отримання синтетичних графічних образів.

С. р. особливо важливо враховувати при сумісному використанні в ГІС різних джерел просторових даних.

Сцена (scene) - 1. в комп'ютерній графіці: тривимірний простір, що візуалізується, з розташованими в ньому об'єктами;

2. в дистанційному зондуванні - частина території, що потрапила у поле зору знімальної апаратури і реєстрована нею у вигляді аналогового або цифрового зображення.

Текст (Від лат. Textus) - з'єднання - послідовність графічних або звукових мовних знаків, обмежена єдиним призначенням.

Технічне забезпечення автоматизованої системи - комплекс технічних засобів, призначених для забезпечення роботи автоматизованої системи.

Технічне завдання на автоматизовану систему - затверджений в установленому порядку документ, що визначає цілі, вимоги і основні початкові дані необхідні для розробки автоматизованої системи і що містить попередню оцінку економічної ефективності.

Технічний проект автоматизованої системи - затверджена в установленому порядку документація, що містить загальносистемні проектні рішення, алгоритми завдань, оцінку економічної ефективності автоматизованої системи і перелік заходів щодо підготовки об'єкту до впровадження.

Тіло (body, solid object, solid body) - об'ємний просторовий об'єкт (volumetric feature).

Растрові тривимірні представлення Т. засновані на конструкціях, відомих під найменуванням "вокселів" (див. Піксел), векторні - на тривимірних розширеннях моделі TIN.

На відміну від решти типів представлень просторових об'єктів, представлення Т., за рідкісним виключенням, не підтримуються комерційними програмними засобами ГІС, залишаючись у стадії експериментів; аналогічні їм графічні уявлення широко використовуються, проте, в тривимірній комп'ютерній графіці (див. Тривимірна графіка).

Топологія - розділ математики, що дозволяє описувати зв'язаність і віддільність крапок або ліній, що визначають взаємозв'язки об'єктів в ГІС. Топологічні відносини є одним з найбільш корисних видів відносин, які підтримуються просторовими базами даних.

Топологічна структура даних - визначає, де і як крапки і лінії з'єднуються у вузлах на карті. Порядок з'єднання визначає форму дуги або полігону.

Точка (point, point feature), точковий об'єкт - нульмірний об'єкт, один з чотирьох основних типів просторових об'єктів (разом з лініями, полігонами і поверхнями), що характеризується координатами і асоційованими з ними атрибутами; сукупність точкових об'єктів утворює точковий шар.

Узагальнення інформації (Information generalization) - перетворення інформації про прості приватні події в інформацію про наявність деякої події вищого рівня, що виявляється в приватних подіях.

Управління даними (Data management) - процес, пов'язаний з накопиченням, організацією, запам'ятовуванням, оновленням, зберіганням даних і пошуком інформації.

Файл (file) - 1. Пойменована сукупність однотипних записів;

2. Пойменована область зовнішньої пам'яті (наприклад, магнітного диска);

3. "Ідентифікована сукупність екземплярів повністю описаного в конкретній програмі типу даних, що знаходяться поза програмою в зовнішній пам'яті і доступних програмі за допомогою спеціальних операцій" (ГОСТ 20886-85. Організація даних в системах обробки даних. Терміни і визначення).

Фрагмент – дозволяє створити новий об'єкт із фрагментів (ланцюжків) уже наявних. Кожний наступний фрагмент є продовженням попереднього.

Функціональна підсистема - складова частина автоматизованої системи, що реалізовує одну або декілька близьких функцій.

Функціональні можливості ГІС - набір функцій географічних інформаційних систем і відповідних програмних засобів:

- введення даних в машинне середовище шляхом імпорту з існуючих наборів цифрових даних або за допомогою цифрування джерел;

- перетворення даних, включаючи конвертацію даних з одного формату в інший, трансформацію картографічних проекцій, зміна систем координат;

- зберігання, маніпулювання і управління даними у внутрішніх і зовнішніх базах даних;

- картометричні операції;

- засобу персональних налаштувань користувачів.

Центроїд (centroid, seed) - 1. крапки, що є центром тяжіння (геометричним центром) фігури;

2. внутрішньої точки полігону із значеннями координат, одержаними, наприклад, усереднюванням координат всіх точок, які створюють полігон; служить для його ідентифікації.

У разі неопуклого полігону або складеного полігону, що включає внутрішні полігони "острова", анклавів, її положення може не співпадати з центром тяжіння полігону.

Цифрова модель місцевості – цифрове представлення просторових об'єктів, що відповідають об'єктовому складу топографічних карт (планів), які використовуються для виробництва цифрових топографічних карт.

Цифрова картографія (digital cartography) - розділ картографії, що охоплює теорію і методи створення і практичного застосування цифрових карт і інших цифрових просторово-часових картографічних моделей.

Шар - сукупність однотипних просторових об'єктів, що відносяться до однієї теми або класу об'єктів в межах деякої території і в системі координат, загальних для набору шарів.

Шаблон карти – являє собою карту, що не має об'єктів, але утримує погоджене настроювання шарів, параметрів об'єктів, і бібліотеку умовних знаків.

Якість інформації (Information quality) - сукупність властивостей, що відображають ступінь придатності конкретної інформації про об'єкти і їх взаємозв'язки для досягнення мети, що стоїть перед користувачем.

Ячейка (cell, grid cell, tile), регулярна ячейка - двовимірний просторовий об'єкт, елемент розбиття земної поверхні лініями регулярної мережі, тобто регулярно-комірчастого представлення просторових об'єктів, на відміну від пікселя (як елементу растрового уявлення), що утворюється розбиттям лініями растру зображення (а не земній поверхні); ця відмінність не загальновизнана, хоча закріплена, наприклад, в стандарті SDTS;

Я. характеризується правильною геометричною формою (трикутник, чотирикутник, шестикутник (гексагон), сферична або сфероїдична трапеція при побудові мережі на сфері або еліпсоїді відповідно), абсолютними розмірами в лінійній або градусній мірі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Література до розділу 1:

1. Де Мерс, Майкл Н. Географические информационные системы: Пер. с англ. – М.: Дата+, 1999. – 489 с.
2. Баранов Ю.Б., Берлянд А.М., Кошкарёв А.В., Серапинос Б.Б., Филиппов Ю.А. Толковый словарь по геоинформатике – Издание на CD-ROM. ГИС-образование, 1998.
3. Інноваційний менеджмент сталого розвитку на прикладі агропромислового комплексу. За ред. Д.І. Мазоренка і О.К. Бурової. – Харків, ХНТУСГ, 2005. – 546 с.
4. Rhid, D.W., 1988. "A GIS Research Agenda" International of Geographical Information Systems, 2:23 – 28.
5. Ваничкин С.С., Велицкий А.Ю., Креженков К.Г., Малиновкин А.В., Фроловичев С.С. Лекционный курс по дисциплине «Геоинформационные системы» (Под ред. В.А. Мордвинова, ГНИИ ИТТ «Информатика», МИРЭА, МГДД(Ю)Т), М., 2001. - 80 с.
6. Левківський С.С., Падун М.М. Рациональне використання і охорона водних ресурсів: Підручник. – К.: Либідь, 2006. – 280с.
7. Морозов В.В. ГИС в управлінні водними і земельними ресурсами: Навч. посібник. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2006. – 91с.
8. Что такое Arc GIS? GIS by ESRI. Copyright. 2001 ESRI. All rights reserved russian Traslation by DATA +, 2004. Printed by Ecomm Co., Kiev, Ukraine. – 45 p. (перевод с англ. ДАТА +).
9. Ромащенко М.І., Драчинська Е.С., Шевченко А.М. Інформаційне забезпечення зрошуваного землеробства. Концепція, структура, методологія організації / За ред. М.І. Ромащенка. – К.: Аграрна наука, 2005. – 196 с.
10. Подборка материалов по ГИС на информационном сайте: <http://www.dataplus.ru>.
11. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. – К.: Видавництво "Світ", 2000. – 114 с.
12. Капралов Е.Г., Н.В. Коновалова. Введение в ГИС. – Петрозаводск, 1995.
13. Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика. – М., 1991.
14. Світличний О.О. Злотницький С.В. Основи геоінформатики: Навч. посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. – Суми. ВТД «Університетська книга», 2006. – 295с.
15. Словарь по кибернетике. Св.. 2000 ст. /Под ред. В.С. Михалевича. – 2-е изд. – К.: Гл. ред. УСЭ им. М.П. Бажана, 1989. – 751 с.
16. Рабочая книга по прогнозированию/ Редкол.: И.В. Бестужев – Лада (отв. ред.) – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
17. Бушуев С.Д. Управление проектами: Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0) К.: ІРІДІУМ, 2006. – 208 с.

18. Словник-довідник з питань управління проектами / Бушуєв С.Д. Українська асоціація управління проектами. – К.: Видавничий дім «Деловая Украина», 2001. – 640 с.
19. Бушуєв С.Д., Морозов В.В. Динамічне лідерство в управлінні проектами: Монографія / Українська асоціація управління проектами. – 2-е вид. – К., 2000. – 312 с. – Рос. мовою.
20. Управління ІТ вищих навчальних закладів: як інформаційні технології допомагають зробити управління ефективним: Методичний посібник / О.В. Співаковський, Д.Є. Щедролосьєв, Я.Б. Федорова та ін. – Херсон: Айлант, 2006. – 36 с.: ил.
21. Богоявленська Ю.В. Проектний аналіз: Навчальний посібник. – Київ: «Кондор», 2004. – 336 с.
22. Морозов В.В., Нежлукченко В.М., Волочнюк Є.Г. Формування якості зрошувальної води на Інгулецькому масиві. – Херсон: РВЦ ХДАУ "Колос", 2004. – 228 с.

Література до розділу 2:

1. Майкл Н. ДеМерс. Географические информационные системы. Основы / Пер. с англ. - М.: Дата+, 1999. - 491 с.
2. Бугаевский Л.М., Цветков В.Я. Геоинформационные системы Учебное пособие для вузов – М, 2000, - 222 с.
3. Основы ГИС: теория и практика / А.И. Мартыненко, Ю.Л. Бугаевский, С.Н. Шибалов, В.А. Фадеев. М.: Инж. экология, 1995. - 232 с.
4. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Ю.Б. Баранов, А.М. Берлянт, Е.Г. Капралов и др. - М.: ГИС Ассоциация, 1999. - 204 с.
5. Введение в ArcView GIS. - Рязань: РИНФО, 1999.
6. ArcView. The Geographical Information System for Everyone. - М.: Дата+, 1995. - 114 с.
7. Изучение ГИС. Методология ARC/INFO.-М.: ESRI, Дата+, 1995.- 600с.
8. MapInfo Professional. Руководство пользователя. MapInfo Corporation. Troy , New York , 539 с.
9. MapInfo Professional. Руководство пользователя. Русск. Версия. Москва ООО "ЭСТИ-МАР". 2000г.
10. Цифровой фотограмметрический комплекс "Дельта". Программное обеспечение для ориентирования растровых аэрокосмических снимков. Delta для Windows, версия 5.0. Руководство оператора. Часть 1. Винница, 2005.
11. Цифровая фотограмметрическая станция "Дельта". Программное обеспечение для создания цифровых карт и планов. Digitals для Windows, версия 5.0. Руководство оператора. Часть 2. Винница, 2005.
12. Дьяконов В.П. Mathcad 2000: Учебный курс.-СПб.: Питер, 2000.- 592с.
13. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології. Посібник. За ред. докт. ек. наук, проф. О.І.Пушкаря. – Київ. Вид. центр "Академія", 2001.

Література до розділу 3:

1. Земельний кодекс України. 25 жовтня 2001 р.
2. Третяк А.М., Друга В.М. Методологія і методика наукових досліджень у землевпорядкуванні: Навч. посіб. – Аграрна наука, 2005. – 300 с.
3. Сохнич А.Я. Моніторинг земель: Навч. посіб. / Львівський державний агро університет, Львів, 1997. – 131 с.
4. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С., Коваль Я.В., Новоторов О.С., Паламарчук М.М. Природно – ресурсний потенціал сталого розвитку України. – Київ, РВПС України, 1999. – 716 с.
5. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. За ред. Академіка УААН та РАСГН, доктора технічних наук, проф. П.І. Коваленка. – К.: Аграрна наука, 2001. – 214 с.
6. Медведєв В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. Харьков: ПФ "Антиква", 2002. – 428 с.
7. Волков С.Н. и др. Основы землевладения и землепользования / Волков С.Н., Хлыстун В.Н., Уклюкаев В.Х. – М.: Колос, 1992. – 144 с. – (Учеб. пособие для экономического самообразования).
8. Можейко Г.А. Лесо – аграрные ландшафты Южной и Сухой степи Украины (природа и конструирование). – Харьков: ООО "ЭНЕЙ", 2000. – 312 с.
9. Гулюк Г.Г., Тулиглович С.М., Глистин М.В. Оценка природных условий – основа внедрения информационных технологий управления мелиорации. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. - № 3, С. 24 – 26.
10. Системи управління базами даних ГІС для моніторингу ґрунтів. Навч. посібник./ Ушкаренко В.О., Морозов В.В., Морозов О.В., Пічура В.І., Ладичук Д.О. – Херсон, Вид - во ХДУ, 2007 - 114с.
11. Ладичук Д.О., Пічура В.І. Бази геоінформаційних даних / За ред. професора В.В. Морозова – Херсон: Вид-во ХДУ, 2007. - 103 с.
12. Леонтьев Ю. Microsoft Office 2000: Краткий курс. – СПб.: Питер, 2001.-288с.
13. Бакаревич Ю.Б., Пушкина Н.В. Самоучитель Microsoft Access 2000. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 468с.
14. <http://www.taurion.ru>

Література до розділів 4 та 5:

1. Програмне забезпечення для створення цифрових карт і планів “Digitals для Windows”. Програмні продукти Vingeo: <http://www.Vinnisa/Ua>. Вінниця: НВО "Геосистема", 2003. – 112с.
2. Програмне забезпечення для орієнтування растрових карт. Models для Windows. Вінниця: НВО "Геосистема", 2005. – 39с
3. Топографо-геодезична та картографічна діяльність. Законодавчі та нормативні акти. В 2-х частинах. Ч.2.(Умовні знаки) –Вінниця: Атекс, 2002. – 656с.
4. Третяк А.М., Другак В.М., Романський М.М., Музика А.О. Землевпорядне проектування землеволодінь та землекористувань засобами програм MapInfo та “Surfer. /Навчально - методичний посібник, частина 1. – К.: ТОВ ЦЗРУ, 2003. - 94 с.

5. Петрова А.Т., Мацко П.В., Зражевська Л.А. Геотроніка з основами картографії / Методичні вказівки для виконання розрахунково-графічної роботи із дисципліни для магістрів спеціалізації "ГІС-технології в управлінні земельними і водними ресурсами".-Херсон: ХДАУ, "Колос", 2006.-18с.

Література до розділу 6:

1. Марков Е.С. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации: Учебник. - Москва: "Колос", 1981. – 375 с.
2. Гончаров С.М., Коробченко С.М. и др. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации: учебник. - Киев: "Вища школа", 1988. – 348 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - Москва: "Колос", 1979. – 416 с.
4. Microsoft Excel 2000: справочник, 2-е издание. - СПб: "Питер", 2000. – 512 с.
5. А. Ярвуд. AutoCAD 2000: уроки для начинающих. – Москва, "Мир", 2000. – 435 с.
6. Вознюк.С.Т., Гончаров.С.М., Ковалёв.С.В. Основы научных исследований в мелиорации. Учебн. для вузов. – Киев, : Вища шк., 1985. – 191 с.
7. Дж. Франс, Дж.Х.М.Торили. Математические модели в сельском хозяйстве. – М.:Агропромиздат, 1987.
8. Бахвалов.Н.С., Жидков.Н.П., Кобельков.Г.М. Численные методы. – М.:Наука, 1987.
9. Образцов.А.С. Системный метод: применение в земледелии. – М.,:Агропромиздат, 1990. –303 с.
10. Методы системного анализа в мелиорации. / За ред. Б.Г.Штепа. – Ленинград,: Гидрометеоздат, 1983. –260 с.
11. Морозов В.В., Грановська Л.М., Поляков М.Г. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України: Навчальний посібник. – Херсон: Айлант, 2003. – 208 с.
12. Дъяконов В.П. "Mathcad 2001". - СПб: "Питер", 2000 – 586 с.
13. Аверьянов.С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – Москва,: Колос, 1978. – 288 с.
14. Методика экономических исследований. Учебное пособие. / Под ред. Ф.В. Зиновьева. – Симферополь: Изд-во Таврия, 1999. – 168 с.
15. Машина Н.І. Математичні методи в економіці: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2003. – 148 с.
16. Тупеев М.М., Сухоруков В.Ф. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства: Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 144 с.
17. Б.П. Ивченко, Л.А. Мартыщенко, Г.С. Губин "Информационная микроэкономика". Часть 2.Анализ закономерностей и моделирование. - СПб.: "Нордмед-издат", 1998. – 160 с.
18. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. – СПб.: BHV – Санкт-Петербург, 1997. – 384 с., ил.
19. Максимей И.В. Математическое моделирование больших систем: Учебное пособие для специалистов. "Прикладная математика". – Мн.: Высш. шк., 1985. – 119 с., ил.

20. Intel® Навчання для майбутнього. – К.: Видавнича група BHV, 2004. – 416 с.

Література до розділу 7:

1. Методичні рекомендації з оперативного планування режимів зрошення. – К., 2004.- 49с.
2. Методика планування оптимальних екологічно безпечних режимів зрошення: Препр./УкрНИИГиМ; - К., 1997. – 43 с.
3. Инструкция по оперативному планированию поливов сельскохозяйственных культур по дефициту влагозапасов / Под ред. Цывинского Г.В. - К.: Минводхоз УССР, 1988.-29с.
4. Благодатний В.І., Ковальчук П.І. Ресурсозберігаюча організація зрошуваного землеробства.-К.: Урожай, 1991.-80с.
5. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища. Навчальний посібник. - К.: “Либідь”, 2003.- 207с.
6. Пендак Н.В. Екологічно безпечне зрошення на основі оперативного планування поливних режимів // Екологічний Вісник, № 5 (27).- С.6-8.
7. Пендак Н.В. Нормоване водокористування при зрошенні // Водне господарство в Україні, №4, 2006.- С. 37-44.
8. Алпатьев А.М. Вопросы водопотребления культурных растений // Биологические основы орошаемого земледелия.- М.: Из-во АН СССР. - 1957.
9. Остапчик В.П. Методика расчета испарения влаги почвой при орошении // Весник с.-х. науки.-1981.-№2.-С. 49-54.
10. Жернов И.Е., Муромцев Н.Н., Ромащенко М.И. Определение инфильтрационного питания по расчетам влагопереноса в зоне аэрации. //Мелиорация и водное хозяйство - К., 1977.- №44. -С.74-81.
11. Ковальчук П.І., Волошин М.М., Ковальчук В.П. Багатошарова модель вологоперенесення для управління поливами в умовах точного землеробства // Вісник українського державного університету водного господарства та природокористування. - Рівне: УДУВГтаП. – 2002. - Вип.5(18). – С. 64-71.
12. Ковальчук П.І., Волошин М.М., Ковальчук В.П., Коломієць С.С. Ідентифікація параметрів математичних моделей оперативного планування поливів при зрошенні. // Меліорація і водне господарство,- 2003.-Вип.89. -С.19-27.
13. Ковальчук П.І., Волошин М.М., Ковальчук В.П. Експериментальне обґрунтування багатошарової моделі управління поливами. // Таврійський науковий вісник, Вип. 31. – Херсон 2004. –С.146-151.
14. Рыжова И.М. Математическое моделирование почвенных процессов. -М.: Изд. Московского университета, 1987, - 84с.
15. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу „Моделювання ґрунтових процесів в гідромеліорації” для студентів будівельно-гідромеліоративного факультету спеціальності 7.092602 „Гідромеліорація” / Ковальчук П.І., Пендак Н.В., Ковальчук В.П., Волошин М.М. – Херсон., РВВ “Колос” ХДАУ, 2007. – 39 с.
16. Пащенко В. М. Методологія постнеокласичного ландшафтознавства. - Київ, Інститут географії НАН України. 1999. - 284 с.

17. Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. – Москва: Мир, 1985. – 419 с.
18. Парамонова Н.К. Прогноз влияния орошения и водозаборов подземных вод на заповедники. // Обеспечение экологической надежности мелиоративных объектов. / Сост. Б.А.Мусяенко. – К.: Урожай, 1987. – С. 138-144.
19. Задорожний А.І. Аналіз динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь в умовах Херсонської області на основі системного статистичного моделювання. // Таврійський науковий вісник – Херсон: 2003. - Вип. 27. - С. 219-223.
20. Задорожний А.І., Буркун Т.Д. Вдосконалення еколого-меліоративного моніторингу на основі методів системного статистичного моделювання / Збірник наукових праць ІЗПР „Актуальні проблеми ефективного використання земель” №3 – Херсон, 2002 – с. 99-101.
21. Ковальчук П.І., Задорожний А.І. Аналіз динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь на основі системного статистичного моделювання // Меліорація і водне господарство.-2003.-№89.-С.45-54.
22. Ковальчук П.І., Задорожний А.І., Буркун Т.Д. Аналіз динаміки підтоплення сільськогосподарських угідь в умовах Херсонської області на основі системного статистичного моделювання. // Науковий вісник БГМФ-1: Збірник статей. - Херсон: Айлант, 2003.- С. 83-84.
23. Пащенко В. М. Методологія постнеокласичного ландшафтознавства. - Київ, Інститут географії НАН України. 1999. - 284 с.
24. Ковальчук П.І., Задорожний А.І., Ковальчук В.П. Марківська математична модель прогнозування та недопущення підтоплення земель на півдні України. / Матеріали міжнар. науково-практичної конференції "Ризикологія в економіці та підприємстві". Березень 2001.-С.178-179.
25. Рабочая книга по прогнозированию / Редкол.: И.В.Бестужев-Лада (Отв. ред.). – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
26. Харкевич А.А. Теория информации. Опознавание образов. – М.: Наука, 1973. – 254с.
27. Ковальчук П.І., Задорожний А.І., Шевчук С.А. Система аналізу та прогнозування екологічного стану земель при зрошенні. // Таврійський науковий вісник – Херсон: 2004 Вип. 31. с.197-203.
28. Ромащенко М.І., Ковальчук П.І., Шевчук С.А. Визначення порядку використання меліорованих земель на основі еколого-економічного моделювання. // Таврійський науковий вісник. Вип.27 (Спеціальний).- Херсон: „Айлант”, 2003.-С.192-197.

Література до розділу 8:

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.
2. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое и дипломное проектирование. – К.: Вища школа. Головное изд., 1980.
3. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных труб. – М.: Стройиздат, 1973.

4. Смагин В.Н., Небольсина К.А., Беляков В.М. Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственному водоснабжению. М.: Агропромиздат, 1990.
5. Орлов В.О., Кравченко В.С. Сільськогосподарське водопостачання: Курсове і дипломне проектування: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1992.

Література до розділу 9:

1. Браславец М.Е., Кравченко Р.Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельскохозяйственном производстве.- М.: Колос, 1972.- 589 с.
2. Тунеев М.М., Сухоруков В.Ф. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства.- М.: Колос, 1977.- 224 с.
3. Таха Х. Введение в исследование операций. - М.: Мир, 1985. - Кн.1. - 479 с. Кн. 2.- 496 с.
4. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах.- М.: Высшая школа, 1986.- 319 с.
5. Носситер Д. Использование Excel 97. - К.; М.: Диалектика, 1997. - 330 с.
6. Бернс П., Бэрроуз Э. Секреты Excel 97.- К.; М.: Диалектика, 1997.-528 с.
7. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. - СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 1997. - 384 с.

Література до розділу 10:

1. Лисогоров К.С. Математичне моделювання і створення автоматизованих систем управління в зрошуваному землеробстві. — Херсон: Айлант, 2003. - 184 с.
2. Міхеєв Є.К., Лисогоров К.С. Автоматизована система підтримки технологічних рішень в системах точного землеробства. - частина I: СППР СТЗ „Агротехнолог”. – Херсон: Айлант, 2004. – 39 с.
3. Морозов В.В., Лисогоров К.С., Шапоринська Н.М. Геоінформаційні системи в агросфері: Навч. посібник. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2007. – 223 с.
4. Лисогоров К.С., Шапоринська Н.М. Прогнозування та регулювання стану навколишнього середовища. Курс лекцій. – Херсон: РВЦ ХДАУ „Колос”, 2007. – 196 с.
5. Лисогоров К.С. Алгоритмізація процесів прийняття управлінських рішень на проведення агрозаходів та побудова технологічних проектів вирощування сільськогосподарських культур // Збірник наукових праць Луганського національного університету. – 2005, №51/74. – С. 228-231.
6. Лисогоров К.С. Вибір технологічних операцій рослинництва на основі типізації земель // Ромащенко М.І., Драчинська Е.С., Шевченко А.Д. Інформаційне забезпечення зрошуваного землеробства. – К.: Аграрна наука УААН, 2005. – С. 92-109.
7. Лисогоров К.С., Колесніков В.В., Шапоринська Н.М. Інформаційне забезпечення раціонального використання та охорони природних ресурсів //Збірник: "Таврійський науковий вісник". - Вип. 41. - Херсон: Айлант, 2005. - С. 219-223.

8. Лисогоров К.С., Бояркіна Л.В., Сидякін К.В., Коваленко Г.К. Методичні підходи до організації інформаційно-довідкової бази „Ґрунтозахисна система землеробства посушливого Степу півдня України”. - Збірник: „Зрошуване землеробство”. - № 43. – Херсон: Айлант, 2004. – С. 6-12.
9. Лисогоров К.С., Бояркіна Л.В., Павленко О.В. Вивчення системи зрошуваного землеробства як об’єкту управління із застосуванням інформаційних технологій. // Збірник: „Зрошуване землеробство”. - № 45. – Херсон: Айлант, 2006. – С. 7-12.
10. Лисогоров К.С., Шапоринська Н.М., Павленко О.В. Підхід до формування технологічних проектів та оперативного управління технологічними процесами при вирощуванні сільськогосподарських культур. // Збірник: "Таврійський науковий вісник". – вип. 43. – Херсон: Айлант, 2006. – С. 285-296.
11. Лисогоров К.С., Бояркіна Л.В. Концептуальні основи адаптивного управління родючістю зрошуваних земель. – Збірник: „Зрошуване землеробство”. - № 46. – Херсон: Айлант, 2006. – С. 8-11.
12. Лисогоров К.С., Колесніков В.В., Корнєєв А.А. Концептуальний підхід до створення інформаційної системи управління родючістю зрошуваних земель // Збірник: "Таврійський науковий вісник". – Вип. 47. – Херсон: Айлант, 2006. – С. 136-142.
13. Лисогоров К.С., Бояркіна Л.В., Іванова Є.І., Калиновська Т.В. Застосування технології Географічних інформаційних систем для оцінки агроекологічного стану зрошуваних земель. – Збірник: „Зрошуване землеробство”. - № 47. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 19-24.

**НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА, ПІДГОТОВЛЕНА В ХЕРСОНСЬКОМУ
ДЕРЖАВНОМУ АГРАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ, ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ
«ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ
ВОДНИМИ І ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ»**

1. Морозов В.В. ГІС в управлінні водними і земельними ресурсами: Навчальний посібник. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2006. - 91 с.
2. Ушкаренко В.О., Морозов О.В. ГІС в екологічному моніторингу: Навчальні матеріали для вивчення курсу. – Херсон, Вид - во ХДУ, 2006. - 124 с.
3. Мацко П.В., ГОЛУБЄВ А.М. Вступ в геотроніку: Навчальний посібник. – Херсон, ХДУ, 2006.–100с.
4. Ладичук Д.О., Пічура В.І. Бази даних геоінформаційних систем – Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. - 68 с.
5. Плоткін С.Я. Програмне забезпечення ГІС. Початок роботи з ArcView GIS 3.x: Навчальний посібник. – Херсон, ХДУ, 2006.–32с.
6. Лебідь О.М., Камінська М.О., Рябуха І.М. Англійська мова для геоінформаційних систем: Навчальний посібник. – Херсон 2006. – 87 с.
7. Управління водними і земельними ресурсами на базі ГІС – технологій: Навч. посібник /В.В. Морозов, П.П. Надточій, Т.М. Мислива та ін.; За ред. проф. Морозова В.В. – Херсон: Вид – во ХДУ, 2007. – 288 с.
8. Системи управління базами даних ГІС для моніторингу ґрунтів. Навч. посібник./ Ушкаренко В.О., Морозов В.В., Морозов О.В., Пічура В.І., Ладичук Д.О. – Херсон, Вид - во ХДУ, 2007 - 114с.
9. Ладичук Д.О., Пічура В.І. Бази геоінформаційних даних / За ред. професора В.В. Морозова – Херсон: Вид-во ХДУ, 2007. - 103 с.
10. Ладичук Д.О., Пічура В.І. Створення бази геопросторових даних (практикум) – Херсон: Вид-во ХДУ, 2007. - 102 с.
11. Морозов В.В., Лисогоров К.С., Шапоринська Н.М. Геоінформаційні системи в агросфері: Навч. посібник.- Херсон, Вид-во ХДУ, 2007 - 223 с.
12. Мацко П.В., Голубєв А.М. Геотроніка та картографія: Навчальний посібник. 2-е вид., випр. і доповн. – Херсон, ХДУ, 2007. – 184с.
13. Лебідь О.М., Морозов В.В., Камінська М.О. Англійська мова в Геоінформаційних систем: Навч. посібник. – Херсон, Вид-во ХДАУ, 2007. – 198с.
14. Лебідь О.М., Камінська М.О., Рябуха І.М., Чеканович В.Г. Словник-посібник для роботи з текстами спеціального призначення (курс «Англійська мова для професійного спрямування»): Навчальний посібник. – Херсон, 2007. – 125с.
15. Морозов В.В. Ландшафтні меліорації: Навчальний посібник. - Херсон: Видавництво ХДУ, 2007. – 203 с.
16. Еколого–агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС – технологій. Практикум / Морозов В.В., Гамаюнова В.В., Морозов О.В., Сидоренко О.І., Пічура В.І. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2007 - 164 с.
17. Географічні інформаційні системи в аграрних університетах: Матеріали 2-ої Міжнародної науково-методичної конференції. Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант, 2007. – 344с.

18. Географічні інформаційні системи в аграрних університетах: Тези доповідей 2-ої Міжнародної науково-методичної конференції. Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант, 2007. – 116с.
19. Геоінформаційні системи і технології в аграрній освіті, науці і практиці: Бібліогр. покажчик / Упоряд.: Н.В. Анічкіна, Т.В. Гончаренко, С.М. Братішевська. – Херсон: ХДУ, 2006. – 27с.
20. Геоінформаційні системи і технології в аграрній освіті, науці і практиці: Рекомендований список літератури / Упоряд.: Н.В. Анічкіна, С.М. Братішевська. – Херсон: ХДУ, 2007. – 4 с.
21. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивація земель: Навч. посібник / П.П. Надточій, Т.М. Мислива, В.В. Морозов та ін.; За заг. ред. П.П. Надточія, Т.М. Мисливої. – Житомир: Видавництво «Державний агроекологічний університет», 2007. – 420с.
22. Дипломне проектування у вищих навчальних закладах Мінагрополітики України: Навчально-методичний посібник / За ред.. Т.Д. Іщенко, І.М. Бендери. – К.: Аграрна освіта, 2006. – 256с.
23. Ушкаренко В.О., Морозов В.В., Смолієнко Н.Д., Нежлукченко В.М., Осадчук І.В. Магістратура: Навчальний посібник / - Херсон. Айлант, 2005. – 94 с.
24. Міхеєв Є.К. Інформаційні системи в землеробстві. Частина 1: Системи підтримки прийняття технологічних рішень на рівні проектування і планування. - Херсон: Вид-во ХДУ, 2005. – 280 с.
25. Міхеєв Є.К. Інформаційні системи в землеробстві. Частина 2: Системи підтримки прийняття рішень на рівні оперативного планування і управління. - Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. – 356 с.
26. Лазер П.Н., Міхеєв Є.К. Інструментарій і технології організації інформації в землеробстві. Навчальний посібник/ Для студентів агрономічних спеціальностей. - Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. – 368 с.
27. Управління ІТ вищих навчальних закладів: як інформаційні технології допомагають зробити управління ефективним: Методичний посібник / О.В. Співаковський, Д.Є. Щедролосьєв, Я.Б. Федорова та ін. – Херсон: Айлант, 2006. – 360 с.: іл.
28. Екологічна карта Херсонської області: Пермінова С.Ю., Яковлев Є.О., Романенко Г.М., Морозов О.В. – Друк: КП МОУ «КВКФ», 2007.
29. Магістерська програма (спеціалізація) "Геоінформаційні системи і технології в управлінні водними і земельними ресурсами" - Херсон: РВВ ХДАУ "Колос", 2007. -111с.
30. Морозов В.В., Грановська Л.М., Поляков М.Г. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України: Навчальний посібник. - Херсон: Айлант, 2003.-208с.
31. Ромащенко М.І., Драчинська Е.С., Шевченко А.Д. Інформаційне забезпечення зрошеного землеробства. - К.: Аграрна наука УААН, 2005. - 194 с.
32. Морозов В.В., Нежлукченко В.М., Волочнюк Є.Г. Формування якості зрошувальної води на Інгулецькому масиві. – Херсон: РВЦ ХДАУ "Колос", 2004. - 228 с.

Навчально – методичне видання

Навчальний посібник

Авторський колектив

Морозов Володимир Васильович
Плоткін Сергій Якович
Поляков Микола Гнатович
Морозов Олексій Володимирович
Пічура Віталій Іванович
Угрін Федір Дмитрович
Мацко Петро Володимирович
Зражевська Лариса Аркадіївна
Мирошніченко Олександр Іванович
Кузьменко Владислав Дмитрович
Волочнюк Євгеній Георгійович
Колесников Володимир Володимирович

Грановська Людмила Миколаївна
Дудяк Наталія Васильовна
Ковальчук Павло Іванович
Задорожній Андрій Іванович
Волошин Микола Миколайович
Ковальчук Володимир Павлович
Пендак Наталія Володимирівна
Нежлукченко Валентин Михайлович
Поляков Микола Миколайович
Лисогоров Костянтин Сергійович
Бояркіна Любов Володимирівна

Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем

За редакцією професора В.В. Морозова

Навчальний посібник

ISBN 978-966-8249-83-9

Технічні редактори – Волочнюк Є.Г. – к.с. – г.н., доцент;
Свердель О.Е. – інженер

Підписано до друку 27.06.2007

Формат 60 x 84 1/16. Друк. ризографія. Гарнитура Arial.
Ум. друк. арк. 18. Наклад 300 примірників.
Видавництво Херсонського державного університету