

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

На правах рукопису

Ібрагім М. Аліяс Насер

УДК 504:338.45(467)(043.5)

**ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ
СЕРЕДОВИЩЕ ІРАКУ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:
доктор технічних наук, професор
Пляцук Леонід Дмитрович

Суми - 2013

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	4
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1 Підходи до вивчення екологічних ситуацій.....	10
1.2 Вплив воєнних дій на навколишнє середовище.....	14
1.2.1 Особливості впливу воєнних дій на навколишнє середовище Іраку.....	17
1.2.2 Характеристики впливу воєнних дій на навколишнє середовище.....	20
1.3 Методи відновлення порушених земель.....	22
1.4 Методи поліпшення якості води.....	30
Мета і задачі дослідження	35
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
2.1 Коротка характеристика району дослідження.....	36
2.2 Методи досліджень стану техноприродних комплексів.....	41
2.3 Методи дослідження ґрунтів та вод на дослідних ділянках.....	43
2.4 Експериментальна установка для електромагнітної обробки води.....	47
2.5 Методика обробки результатів експериментальних досліджень. Оцінка впливу похибок замірів на результати досліджень	49
Висновки до розділу 2.....	51
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА РЕЛЬЄФ, ҐРУНТИ ТА ВОДНІ РЕСУРСИ ІРАКУ.....	52
3.1 Дослідження рельєфів, порушених у ході воєнних дій.....	52
3.1.1 Вплив матеріальних залишків воєнних дій на стан природних комплексів.....	65
3.2 Дослідження ґрунтів у зоні воєнних дій.....	67
3.3 Вплив воєнних дій на рослинні угруповання.....	75
3.4 Стан водних ресурсів регіону.....	78
Висновки до розділу 3	88

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ВИРІШЕННЮ ПРОБЛЕМ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	90
4.1 Основні концепції й методи відновлення порушених територій.....	91
4.2 Рекультивация порушених територій.....	95
4.3 Заходи по поліпшенню якості водних ресурсів.....	102
Висновки до розділу 4.....	107
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	110
Додаток А.....	125

ВСТУП

Актуальність дослідження. Однією з особливостей техногенного впливу на навколишнє середовище Іраку є довготривалі наслідки воєнних дій, які привели до негативних змін в навколишньому середовищі. Будь-які війни незалежно від методів, засобів і масштабів, негативні для людства, тому що їхні наслідки проявляються не тільки в економічному збитку господарському комплексу, але й порушенням стійкості природних комплексів на значних площах і негативними екологічними наслідками. Деградація екосистем є найпоширенішим наслідком воєнних дій. Якими б важкими не були наслідки будь-яких форм антропогенного впливу на довкілля, вони не можуть зрівнятися з веденням війни й катастрофічним порушенням природного середовища. Численні збройні зіткнення, що мали й мають місце в різних регіонах світу супроводжуються не тільки великими людськими жертвами, руйнуванням міст, населених пунктів, але й значними негативними екологічними наслідками в межах техноприродних систем.

Екологічна безпека в межах техноприродних геосистем визначається інтенсивністю трансформації стану геологічного та суміжних середовищ [1]. Особливо багато екологічних проблем пов'язано з перебудовою ґрунтів, від яких залежить рівень стійкості всієї біосфери. Це викликано не тільки відмінністю ґрунтів від інших природних об'єктів рівнем організації та кількістю здійснюваних функцій, а також їх унікальною здатністю акумулювати зміни за весь період існування антропогенного навантаження і відображати процеси геохімічних перебудов в біосфері, але й масштабами і специфікою дії на них техногенних факторів. Під час воєнних дій ґрунти потрапляють під трансформуючий вплив надзвичайно широкого спектра різноманітних за механізмом та кінцевими результатами факторів, взаємне накладення яких призводить до виникнення складної екологічної ситуації за рахунок розвитку прямих, а також повторних та комбінованих ефектів, які спричиняють деградацію

грунтів, а з ними й інших ценотичних компонентів. Порушення ґрунтового покриву також негативно впливає на стан водних ресурсів, що тягне за собою цілий ряд проблем, що особливо актуально для країн з обмеженими водними ресурсами. Експертами ВОЗ встановлено, що 80% всіх хвороб у світі пов'язано з порушенням санітарно-гігієнічних та екологічних норм забезпечення населення питною водою та її незадовільною якістю. Ця проблема ще більше ускладнюється при в зонах військових конфліктів.

Тому питання, що стосуються різних галузей досліджень з екологічної безпеки природних об'єктів, завжди привертала увагу вчених різних країн світу і України зокрема. Їм присвячено роботи Дорогунцова С.І., Гродзинського М.Д., Ізраєля Ю.А., Шапара А.Г., Биченка М.М., Трофімчука О.М., Адаменка Я.О., Рудька Г.І, Зубової Л.Г, Долгової Т.І., Шкіци Л.Є., Дриженко А.Ю., Зверковського В.М., Рижової І.М., Добровольського Г.В., Нікітіна Є.Д., Таргул'яна В.О., Алексеєнко В.А., Саєта Ю.В., Геннадієва А.Н., Орлова Д.С., Карпачевського Л.О., Урсу А.Ф., Розанова Б.Г., Арманд А.Д., Глазовської М.А., Хазієва Ф.Х., Авєріна Г.В., Bjorklund A., Swarbrick G., Williams N., Riley S. та ін.

Але особливості впливу воєнних дій на довкілля, розміри нанесеного ними екологічного й економічного збитку дотепер залишаються слабо вивченими. Відповідно до цього є необхідність всебічного аналізу наслідків військового конфлікту, вивчення закономірностей, що відбивають процес подальшої зміни й самовідновлення природних комплексів, а також обґрунтування й проведення заходів щодо активізації відбудовних процесів. Все вищенаведене потребує обґрунтування і реалізації техніко-технологічних оптимізаційних рішень по ліквідації негативних факторів впливу на здоров'я людини та довкілля.

Актуальність даного дослідження обумовлена тим, що в результаті військових конфліктів між державами та всередині їх відбувається деградація природних комплексів на значних площах, що обумовлює необхідність їх просторового і часового аналізу, виявлення основних закономірностей зміни природних комплексів та всебічного обґрунтування заходів по відновленню порушених земель та покращенню стану водних ресурсів країни.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалася відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри прикладної екології Сумського державного університету, пов'язаних із тематикою «Розробка шляхів поліпшення екологічної ситуації міст і промислових зон» згідно з науково-технічною програмою Міністерства освіти та науки, молоді та спорту України (№ держреєстрації 0111U006335).

Мета і задачі досліджень. Метою дисертаційної роботи є всебічне вивчення основних закономірностей зміни техноприродних геосистем в залежності від впливу військового чинника і розробка рекомендацій щодо запобігання і усунення негативних наслідків на довкілля .

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести вивчення, аналіз і оцінку наслідків військових дій на природне середовище в Іраку.
2. Оцінити зміни природних компонентів і визначити сутність техногенної небезпеки при геохімічній трансформації ландшафтів під впливом воєнних дій.
3. Розробити класифікацію порушених територій.
4. З метою підвищення рівня екологічної безпеки обґрунтувати вибір методів відновлення порушених територій.
5. Оцінити стан водних ресурсів на порушених у ході військового конфлікту територіях.
6. Розробити заходи по поліпшенню якості водопостачання.

Об'єкт дослідження – зниження рівня екологічної безпеки природних та техноприродних комплексів на території Іраку.

Предмет дослідження – оцінка техногенного впливу на стан природних та техноприродних систем Іраку в районах проведення військових дій.

Методи дослідження. У роботі використовувався системний підхід при дослідженні закономірностей зміни техноприродних геосистем в районах інтенсивних бойових дій, зайнятих густою мережею порушених територій в Іраку; методи районування та зонування території – для обліку порушених природних комплексів, метод диференційованого аналізу природного середовища. Для

дослідження властивостей ґрунтів та вод використовувались фізичні та хімічні методи. Розрахунки та обробка експериментальних даних виконувались із застосуванням комп'ютерних програм Maple 12.0; Microsoft Excel; Statistica 6.0.

Наукова новизна одержаних результатів:

- з метою підвищення рівня екологічної безпеки вперше для Іраку проведена оцінка стану природного середовища та його складових в районах проведення воєнних дій;

- вперше встановлені специфічні чинники техногенного впливу на природне середовище та його компоненти при проведенні воєнних дій;

- обґрунтовано методи відновлення природних комплексів, принципи оптимізації природоохоронних заходів з урахуванням специфічних особливостей військового конфлікту.

Практичне значення одержаних результатів. З метою підвищення екологічної безпеки отримані результати, що дозволяють дати науково обґрунтовані рекомендації для проведення конкретних заходів у ході відновлення природних комплексів Іраку, у виборі методів і обґрунтуванні тих чи інших природоохоронних заходів, а також у виборі напрямів господарської діяльності з урахуванням вимог раціонального природокористування, розробці заходів по поліпшенню якості водопостачання.

Матеріали дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес кафедри прикладної екології Сумського державного університету в дисциплінах «Ґрунтознавство» та «Процеси і апарати природоохоронних технологій (акт впровадження від 08 січня 2013 року).

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок здобувача полягає у проведенні аналізу характеру впливу військових дій на навколишнє середовище, підборі й апробації методики оцінки збитку в залежності від ступеню порушеності природних комплексів, обробці та узагальненні отриманих результатів. Автором були проведені польові спостереження на експериментальних майданчиках, приурочених до трьох районів, що відрізняються за специфікою порушеності природних комплексів та дослідження

якості води з поверхневих та підземних джерел водопостачання. Здобувач брав участь у всіх етапах робіт із розроблення рішень щодо відновлення порушених територій та поліпшення стану водних ресурсів країни.

Внесок автора у роботах, опублікованих у співавторстві:

1. Пляцук Л.Д. Влияние сточных вод на окружающую среду провинции Ниневия, Ирак / Л.Д. Пляцук, Н.И. Алияс // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2010. - № 2 (22). – С. 89 – 94.

Здобувачем проведені експериментальні дослідження якості стічних вод.

2. Пляцук Л.Д. Оценка качества поверхностных провинции Ниневия / Л.Д. Пляцук, Н.И. Алияс // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2011. - № 8 (23). – С. 51 – 56.

Здобувачем проведені експериментальні дослідження якості поверхневих вод.

3. Shevchenko S.N. The impact of the use of magnetic technology in the Hydrogen Number (pH) and Salinity (EC) of irrigation water and soil / S.N. Shevchenko, Aeham Al-Rawi, Alias Naser Ibraheem // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2011. - № 3 (25). – С. 45 – 48.

Здобувачем проведені експериментальні дослідження по обробці води підземних джерел магнітним полем.

4. Plyatsuk L.D. A study some quality properties of the sulfur water springs water in Iraq, Ninevah provice/ L.D. Plyatsuk, Ibraheem A.N., Sulayman Z.N., B.N. Unis // Науковий вісник будівництва. – 2011. -№65. - С. 339-345.

Здобувачем проведені лабораторні дослідження якості води з підземних джерел.

5. Пляцук Л.Д. Відновлення ґрунтів, порушених у ході війни в Іраку / Л.Д. Пляцук, Н.І. Аліяс // Екологічна безпека. – 2012. - № 2 (14). – С. 37 - 40.

Здобувачем проведене районування території воєнних дій Іраку по ступеню порушеності ґрунтів.

6. Пляцук Л.Д. Исследование грунтов в зоне военных действий Ирака/ Л.Д. Пляцук, Л.Л. Гурец, Алияс Насер Ибрагим // Наука и образование Южного

Казахстана. – 2012. - № 3/4 (94/95). – С. 193 – 198.

Здобувачем проведені експериментальні дослідження якості ґрунтів на порушених територіях.

7. Пляцук Л.Д. Исследование качества подземных вод в некоторых районах провинции Ниневия / Л.Д. Пляцук, Алияс Насер Ибрагим М., Юнис Башир Н. // Науковий вісник будівництва. – 2012. - № 67. – С. 240 – 246.

Здобувачем проведені експериментальні дослідження якості підземних вод.

Апробація результатів дисертації. Результати теоретичних і практичних досліджень за напрямком дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на наукових та науково-практичних конференціях: науково-технічній конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем і енергоефективних технологій, м. Суми, 2010р.; 16 міжнародній науковій конференції «Економіка для екології», м. Суми, 2010 р.; науково-технічній конференції «Сучасні технології в промисловому виробництві», м. Суми, 2011 р., V міжнародній науковій конференції «Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд», м. Харків, 2011 р.

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 10 наукових праць: 5 статей у наукових фахових виданнях України, 2 статті в інших журналах, 3 тези виступів на конференціях.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 119 сторінок. Дисертаційна робота містить 7 рисунків і 20 таблиць, один додаток. Список використаних джерел у кількості 145 найменувань наведено на 14 сторінках.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Підходи до вивчення екологічних ситуацій

На сучасному етапі розвитку суспільства, в період коли діяльність людини є вирішальним фактором в процесі трансформації геологічного і суміжних середовищ, на чільне місце виходять методологічні засади екологічної безпеки в межах системи „людина – геологічне середовище”. Загальна тенденція розвитку цивілізації тільки загострює проблему екологічні проблеми геологічного і суміжних середовищ. Рудько Г.І. дає наступне визначення поняття екологічної безпеки техноприродної геосистеми [1]. Екологічна безпека техноприродної геосистеми – це такий її стан в межах розрахункового періоду, який забезпечує функціонування системи в режимі, що виключає порушення гомеостазису.

Синтез компонентних екологічних проблем на основі вивчення природних і природно-антропогенних ландшафтів дає територіальну екологічну ситуацію. Екологічні ситуації є територіальними одиницями й мають власні характеристики. Вони утворюються в результаті взаємодії між природою й суспільством. Тому екологічні ситуації є сутністю системи «природа - суспільство». Одиниці природних систем є основними одиницями для виділення екологічних ситуацій. Порядок дослідження екологічних ситуацій наведений на рис. 1.1 [2].

Синтез екологічних ситуацій території виконується на основі аналізу компонентних екологічних проблем. Особливості природних компонентів визначають потенційні можливості для виникнення екологічної проблеми. Проводиться оцінка екологічного значення для людини різних явищ і процесів. Антропогенні навантаження виявляються шляхом аналізу зв'язку виробничих галузей, економічного стану суспільства й сучасного використання природних ресурсів. Комплексна оцінка природних компонентів, антропогенних

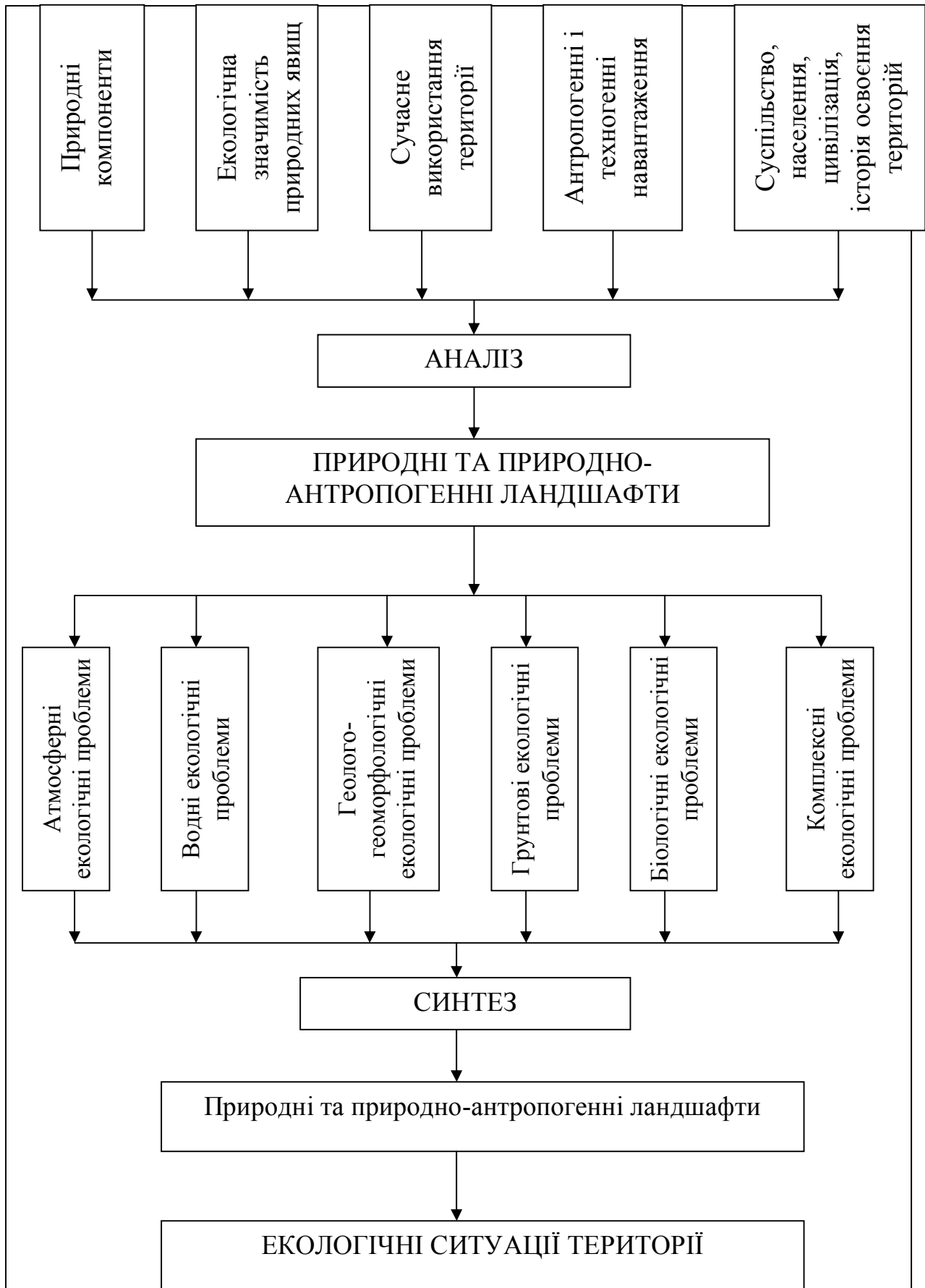


Рисунок 1.1 – Підходи до вивчення екологічних проблем і ситуацій

навантажень і особливостей суспільства в природних і природно-антропогенних системах дозволяє виділити компонентні екологічні проблеми (атмосферні, водні, ґрунтові, геолого-геоморфологічні, біологічні). У кожній із проблем виражаються негативні зміни природного середовища під впливом людини.

Екологічні ситуації території показують комбінації екологічних проблем на основі природних систем. Ці комбінації виражають територіальні закономірності екологічних проблем. Таким чином, природні та природно-антропогенні системи (ландшафти) використовуються як основа для виділення екологічних проблем та ситуацій. Тільки на основі вивчення ландшафтів можна знайти територіальні взаємозв'язки між екологічними проблемами й ситуаціями, а також між ними й соціально-економічними особливостями країни.

В роботі [1] дається наступне визначення коефіцієнту екологічної безпеки геологічного середовища

Коефіцієнт екологічної безпеки визначається за залежністю:

$$Kб(ТПГ) = \frac{W_{Pec}(t)}{[ТПГ]} \rightarrow KC \approx (V(P)/V(T)) , \quad (1)$$

де $Kб$ – коефіцієнт екологічної безпеки; W_{Pec} – вартість ресурсного потенціалу, в рамках відповідного часу (t); V – об'єм геологічного простору, який є просторовою складовою частиною геосистеми; P – природна організація геологічного середовища (тип геологічного середовища); T – техногенний вплив на геологічне середовище; $ТПГ$ – геологічні процеси в межах геосистеми та її стан в умовах оптимального функціонування; KC – чинники критичного стану геосистеми; $V(P)$ – об'єм геологічного середовища, який знаходиться в межах природної організації геосистеми; $V(T)$ – об'єм геологічного середовища, який знаходиться в межах впливу техногенної складової геосистеми; $Pec.$ – ресурсний потенціал геологічного і суміжних середовищ.

Екологічна безпека геологічного середовища в межах техноприродних геосистем визначається такими групами чинників: ризик техногенних аварій та катастроф; ризик впливу на організм забрудненого повітря; ризик впливу на організм забрудненої води; ризик матеріальних втрат при розвитку небезпечних

геологічних процесів; ризик негативного впливу на організм ландшафтно-геохімічних, геофізичних та радіоекологічних процесів. На геологічне середовище впливають антропогенні фактори, накопиченню яких в середовищі перешкоджають реактивні функції захисту (природного самовідновлення геологічного середовища).

Ґрунти, як частина геологічного середовища, відображають процеси геохімічних трансформацій в біосфері. У складі сучасного ґрунтового покриву різних територій швидкими темпами збільшується частка ґрунтів, походження й властивості яких визначаються техногенними факторами. Як відзначає М.А. Глазовська [3], техногенез став у цей час потужним фактором ґрунтоутворення, вплив якого на ґрунти здобуває глобальний масштаб. Незважаючи на зростаюче число досліджень техногенної трансформації ґрунтів [4 - 14] усе ще існує дефіцит фактологічних даних, що стосуються вивчення впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив різних регіонів. Слід зазначити, що дослідження ґрунтоутворювальних процесів на ділянках з порушеним рослинним і ґрунтовим покривом, які викликані вибухами, бомбовими воронками, траншеями, окопами, були виконані в роботах [15 - 16]. Розвиток ерозійних процесів, викликаних воєнними діями, що мали місце після 2-ої світової війни, описані В.С. Болдишевим [17]. У цьому зв'язку представляються актуальними спеціальні цілеспрямовані дослідження техногенної трансформації ґрунтів на локальному рівні.

Основними факторами порушень ґрунтового покриву є:

- 1) знищення рослинного покриву;
- 2) вплив важкої техніки на ґрунтовий покрив;
- 3) утворення нехарактерних типів ерозії, таких як військової й підземної.

Перераховані вище фактори сприяють у значній мірі сильним і часто необоротним змінам, що виявляють вплив як на властивості самих ґрунтів, так і на природні комплекси в цілому.

Деформація ґрунтів призводить до зниження рівня водоносних горизонтів, фільтраційного забруднення ґрунтових вод, що негативно впливає на якість

джерел водопостачання, здоров'я людей та, в цілому, на стан екологічної безпеки регіону.

1.2 Вплив воєнних дій на навколишнє середовище

Війни завжди приводять до руйнування природи й належать до глобальних факторів, що діють майже безупинно. У той же час, слід зазначити те, що дотепер немає фундаментальних досліджень, у яких були б узагальнені й проаналізовані численні факти збитку, заподіяного війнами навколишньому середовищу.

На підставі аналізу численних публікацій можна встановити те, що за останні 5566 років люди нашої планети пережили 14550 малих і великих воєн, у яких загинуло 3640,5 млн. чоловік. У цих війнах було зруйновано й знищено цінностей на суму, що перевищує 115,13 квінтільйона доларів [18]. У ході історичного розвитку техногенний вплив, який чинить суспільство на навколишнє середовище в результаті воєнних дій, підсилювався. В ХХ столітті відзначається небезпечна тенденція зростання числа, тривалості й жорстокості локальних воєн і військових конфліктів. Самими руйнівними війнами в історії людства були перша й друга світові війни, деякі характеристики яких наведені в табл. 1.1.

В результаті воєнних дій гинуть не тільки люди й створені ними цінності, але й знищуються природні комплекси.

Таблиця 1.1 – Масштаби воєнних дій під час першої та другої світових воєн

Війни	Кількість країн, залучених у війну	Площа території, на якій велися бойові дії (млн. км ²)	Кількість загиблих людей (млн. чол.)
1-а світова війна	38	4,1	9,5
2-а світова війна	61	22,6	55

Тільки в колишньому СРСР у ході другої світової війни були вирубані й пошкоджені 20 млн. га лісів, повністю зникли 4278 км² і було серйозно ушкоджено 6348 км² захисних лісопосадок [19]. Для природного середовища характерні наступні порушення: воронки від мін і снарядів, тимчасові військові дороги, а також протитанкові рови. Руйнуванню піддалися Дніпровське водоймище, Беломоро-Балтійський і Дніпровско-Бугський канали [19, 20]. На захоплених територіях збіднювалася флора й фауна, розкрадалися корисні копалини, виводилися з ладу гідротехнічні споруди, гідросистеми, іригаційні й меліоративні канали, піддалися руйнуванню агроценози.

Якщо збиток, нанесений навколишньому середовищу під час другої світової війни, був супутнім, то військова агресія США в південній частині Індокитайського півострова була фактично першою в історії людства, коли свідоме руйнування природного середовища на території супротивника було головною частиною стратегії й тактики однієї з воюючих сторін [21, 22]. Воно здійснювалося планомірно й у широких масштабах протягом усього періоду активних воєнних дій. У ці роки у військовий лексикон увійшов новий термін "екоцид" ("біоцид", "террацид"), що має на увазі різноманітні засоби, що використовувались американцями для знищення природи з метою позбавити супротивника свободи пересування, укриття, місцевих джерел їжі й інших життєво важливих ресурсів [23-26]. Масштаби екологічної війни в Індокитаї величезні. Серед усіх тактичних прийомів найбільш руйнівними для навколишнього середовища виявилися наступні:

- 1) масовані безперервні повітряні бомбардування й артобстріли;
- 2) використання різноманітної важкої гусеничної техніки;
- 3) розсіювання гербіцидів і інших хімікатів.

За даними [27 - 28] основний удар був спрямований на Південний В'єтнам, на частку якого довелося 71% усіх бомбардувань, гербіцидних атак і оранки території "римськими плугами", у результаті чого утворилось 21 млн. воронок від

авіабомб і 229 млн. артилерійських снарядів. З воронок у цілому було викинуто близько 3 млрд. м³ ґрунту [29]. За роки війни на території В'єтнаму було знищено 2,2 млн. га (12%) лісів, а в дельті р. Меконг загинуло 1/3 (40%) мангрових заростей [24, 30]. Збитки по деревині оцінювались у 3,4 млрд. доларів, або 31,5% від величини сумарного збитку, оціненого з урахуванням біоресурсів і корисних властивостей лісів [31]. У хімічній війні США застосували близько 96 тис.т гербіцидів з них 57 тис.т рецептур, що містять діоксин [32 - 33]. У результаті такого широкомасштабного застосування дефоліантів і гербіцидів знищено рослинність на площі 360 тис. га сільськогосподарських земель, уражено 25,5 тис. км² лісових масивів [34]. Від війни постраждало 43% загальної посівної площі країни. Виявилася сильно пригноблена за кількісними і якісними показниками ґрунтова фауна [35]. Як правило, воєнні дії ведуть до активізації ерозійних процесів, які можуть охопити величезні території. Так, у В'єтнамі в результаті застосування гербіцидів і знищення лісів з'явилося близько 13 млн. га земель, охоплених ерозійними процесами в різному ступені [36].

Кількісне і якісне посилення вражаючої сили сучасної зброї суттєво змінило характер військових цілей. Так, крім живої сили й техніки супротивника, рівною мірою об'єктом військових дій в Кувейті в 1990-1991 рр. стало природне середовище. Цілеспрямоване знищення екосистем у різних регіонах Кувейту розглядалось як особливий і ефективний засіб ослаблення супротивника. У даній ситуації природа виявилася заручницею однієї з воюючих сторін. Так, підпал сотень Кувейтських нафтових свердловин виявився терористичним актом, наслідки якого крім економічного мають і екологічний збиток. У результаті викидів нафти в межах Перської затоки утворилися нафтові плями загальною площею 10 тис. км [37 - 40]. Викиди продуктів згоряння досягли 12-16 тис.т/добу, дрібних часток -18 млн.т у рік. При цьому викид двоокису сірки склав 20 тис.т/добу, а з березня по липень 1991 р. в атмосферу було викинуто 3 тис.т ванадію, 4800 т нікелю [41]. У безпосередній близькості від пожеж температура повітря знизилася на 4-5°C, а на відстані піднялася на 1-2°C [42]. Пожежі

викликали кислотні й сажові дощі, які були відзначені в Туреччині, Ірані [43] і Індії в районі Гімалаїв [44]. За період війни в затоку надійшло 1,5 млн. т нафти [46 - 47]. Нафтова пляма, що утворилася біля узбережжя Кувейту поширилося на 1000 км у довжину, 4300 км завширшки на акваторії глибиною 35 м. У результаті цього було забруднене узбережжя суміжних держав шаром дьогтю до 30 см [48]. Через розливи нафти на нафтопромислах 75% поверхні пустелі і 90% солончаків були залиті нафтопродуктами. Від пожеж сильно постраждали прибережні мангрові зарості й фінікові пальми. Нафтова плівка призвела до загибелі не тільки риби, але й усіх морських тварин. Величезний збиток був нанесений морським птахам. По оцінках учених, у результаті катастрофи загинуло більш 15 тис. птахів [49]. Згідно з оцінками ООН, збиток нанесений Кувейту становить не менш 200 млрд. доларів [50]. Увесь комплекс впливу воєнних дій на природне середовище одержав назву "геофізична зброя".

Поряд з великомасштабними війнами у світі постійно відбуваються воєнні зіткнення різного масштабу. Тільки в кінці ХХ століття мали місце численні збройні зіткнення в різних масштабах в Албанії, Югославії, Туреччині, Молдові, Придністров'ї, Нагорному Карабасі, Південній Осетії та ін. З 34 збройних конфліктів, що відбулися в 1993 році, найбільш руйнівні війни були в Афганістані, Анголі, Азербайджані, Боснії й Герцеговині, Абхазії, Сомалі, Шрі-Ланці [51]. У перерахованих вище конфліктах боротьба стала переростати у великі збройні зіткнення, що супроводжувалися не тільки великими людськими жертвами, руйнуванням міст, населених пунктів, але й значними негативними екологічними наслідками.

1.2.1 Особливості впливу воєнних дій на навколишнє середовище Іраку

Будь-яка війна в історії людства – це екологічна катастрофа, але війна в Перській затоці, мабуть, була сама драматична щодо цього. Дії США і їх партнерів по антиіракській коаліції в цьому конфлікті відрізнялися особливою зневажливістю до навколишнього середовища.

Масові бомбардування в зоні бойових дій різко погіршили екологічну обстановку в цьому регіоні, а по ряду параметрів - і на значній частині всього

Аравійського півострова. Наслідки бойових дій відбилися не тільки на самій зоні воєнних дій, але самим негативним образом позначилися на рослинному й тваринному світі цілого ряду континентів.

У результаті воєнних дій у зоні Перської затоки Ірак поніс величезний матеріальний збиток, який оцінюється в 50 млрд. дол. Насамперед, постраждали підприємства нафтовидобувного комплексу. У результаті бойових дій були зруйновані майже всі нафтопереробні заводи, потужності яких дозволяли щодня виробити до 320 тис. барелів нафтопродуктів. Усі ці фактори привели до величезного збитку, нанесеного навколишнього середовища Іраку.

Бомбові удари по містах викликали пожежі на нафтопереробних і хімічних підприємствах, складах палива й сировини, нафтових і газових свердловинах, які вплинули на озоновий шар землі, викликаючи тим самим кліматичні зміни. У результаті безпосереднього впливу великої сукупності факторів, пов'язаних з бойовими діями, природному середовищу Іраку нанесений великий збиток. Існують серйозні проблеми, пов'язані із запасами і якістю води, а також з якістю повітря, біорозмаїттям. На думку фахівців Програми ООН по навколишньому середовищу (ЮНЕП), і її виконавчого директора Клауса Топфера, наслідки воєнних дій в Іраку збільшили хронічні екологічні проблеми країни.

У ході війни в Іраку застосовувалися сучасні види зброї, бойова техніка, споруджувалися спеціальні об'єкти, використовувалися різні види військ, проводилися повітряні бомбардування, були заміновані значні території, які сприяли формуванню густої мережі порушених ділянок. Ці дії супроводжувалися пожежами на нафтових свердловинах і сховищах, які виникали у результаті терористичних актів.

У ході повітряного наступу, крім об'єктів військового й державного керування й ППО, руйнувалися стартові позиції ракет, аеродроми, ядерні й хімічні центри, нафтовидобувні й переробні підприємства, заводи оборонного комплексу, вузли комунікацій. Піддався бомбовим ударам склад ракетного палива. Антиіракська авіація бомбила нафтохімічний завод в Іраку, великий комплекс по виробництву хлоридів "Азотара", велике сховище ядерних відходів у

безпосередній близькості від Багдада. Міжнародні експерти, оцінюючи наслідку антиіракських бомбардувань, заявили, що гранично допустимий рівень концентрації шкідливих для здоров'я речовин був перевищений більш ніж в 10 тисяч раз, а зразки води, узяті в районі нафтопереробного заводу по кольору нагадували венозну кров. Майже всі сусідні з Іраком країни заявили, що внаслідок забруднення Перської затоки нафтопродуктами, їм нанесений серйозний екологічний збиток. Усе це привело до комплексного забруднення навколишнього середовища Іраку [52].

Іншою найважливішою проблемою в Іраку залишається проблема нестачі води і її поганої якості. Невтішні прогнози про те, що післявоєнний Ірак чекає гостра нестача води, були неодноразово висловлені експертами на двох великих міжнародних форумах, присвячених проблемі водних ресурсів, які пройшли наприкінці березня 2003 року в італійській Флоренції (Всесвітній альтернативний форум із проблем води) і японському Кіото (Всесвітній форум із проблем води). У спеціальній доповіді експертів ЮНЕП, присвяченій екологічній ситуації в Іраку після війни говориться, що ерозія, яка виникла внаслідок воєнних дій, а також передислокацій військ і бронетехніки, негативним образом вплинула на стан і без того недостатніх водних ресурсів країни. На думку експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВОЗ), під час війни щонайменше 1,5 мільйонів жителів півдня Іраку - основної арени бойових дій - не мали доступу до звичних для них джерел води. Тут інфраструктура міст виявилася практично повністю зруйнованою, що вкрай негативно вплинуло на санітарну обстановку. Змучені зневоднюванням організму люди змушені брати брудну воду для своїх побутових потреб з рік Тигр і Шатт-Ель-Араб, на яких стоять два найбільші міста країни - 5-мільйонний Багдад і 1, 2-мільйонна Басра, що приводить до спалахів інфекційних захворювань. Руйнування нафтопромислів і нафтопереробних підприємств привело до забруднення ґрунтів, наземних і підземних вод нафтопродуктами, що також збільшило проблеми з водопостачанням.

Можна також говорити й про інших екологічних наслідках війни в Іраку - межиріччя Тигру й Єфрата здавна є місцем зимівлі й відпочинку мільйонів

перелітних птахів. Проведення воєнних дій приведе до порушення екологічної рівноваги в цьому районі.

Порушеність ґрунтового покриву, забруднення поверхневих і підземних водних джерел, приводить до критичного стану з водопостачанням в Іраку, що ставить завдання розробки заходів щодо поліпшення ситуації, яка склалась в країні.

1.2.2 Характеристики впливу воєнних дій на навколишнє середовище

Таким чином, воєнні дії чинять комплексний негативний антропогенний вплив на довкілля. Питанням вивчення антропогенних ландшафтів присвячена велика кількість робіт [53 - 61], у яких докладно розглянуті розміри, структура, внутрішні взаємозв'язки, час походження, їх класифікація й основні класи. У порівнянні з основними типами антропогенних ландшафтів менш вивченими є белигеративні, які формуються в результаті воєнних дій (від латинського «belligero» - вести війну).

Урочища курганів і прадавніх оборонних валів, що характеризують даний тип ландшафту, описані П.М. Мадановим і А.Н. Москаленко [62]. Вивчення белигеративних ландшафтів Правобережної України на рівні урочищ і типів місцевості було виконано Г.І. Денисиком [63]. Ф.Н. Мільков [64] назвав белигеративні комплекси "ландшафтами без майбутнього". Перетворення ландшафтів, що сформувалися в результаті воєнних дій, дуже трудомісткий, дорогий захід, тому що воно полягає в корінній перебудові літогенної основи ландшафту, вирівнюванні рельєфу й створенні нового ґрунтового - рослинного покриву.

З аналізу перерахованих вище публікацій можна встановити, що в результаті воєнних дій корінної зміни зазнає один або кілька компонентів природи, наслідком є зміна природних комплексів у цілому, формування характерних антропогенних ландшафтів. При цьому негативний вплив воєнних дій перевершує всі інші техногенні впливи. Широкомасштабність воєнних дій, використання сучасної техніки приводить до різноманітних порушень стану

природного середовища. У зв'язку із цим, за особливостями порушень слід виділити основні фактори, що впливають на зміну характеристик компонентів природного середовища. За особливостями і масштабом впливу на стан природного середовища можна виділити різні ознаки. Залежно від проведення тих або інших дій наслідки виявляються різними. Основні характеристики впливу воєнних дій на стан природних комплексів показані в табл.1.2.

Війни можуть спричинити наступні порушення екологічної обстановки:

- активізацію екзогенних процесів (зсуви, ерозія схилів);
- забруднення поверхневих і підземних вод;
- забруднення повітряного басейну;
- зміну мікроклімату;
- порушення циклу біологічного круговороту речовин;
- руйнування інфраструктури, сільськогосподарського виробництва, промислового потенціалу, комунікацій;
- корінну зміну стану природних комплексів.

Масштаби й характер військового впливу на природне середовище залежать від наступних груп факторів:

- геологічної будови території й характерних геоморфологічних процесів;
- природно-кліматичних умов, що впливають як на ступінь забруднення природного середовища, так і на можливість самоочищення, самовідновлення;
- ступеня освоєння території.

Важливим об'єктом оцінки стають окремі природні компоненти, їх зміна, викликана воєнними діями. Тому іноді порівняно малі масштаби цих впливів здатні викликати сильні й віддалені наслідки, що відбиваються на стані природних комплексів у цілому. Слід підкреслити, що особливості впливу воєнних дій, масштаби нанесеного ними екологічного й економічного збитку як у регіональних, так і в державних масштабах дотепер залишаються слабо вивченими. Як правило, екологічний збиток, нанесений природі, повністю не

компенсується. Це у деяких випадках є причиною екологічних катастроф. Зміни в природнім середовищі, що відбувалися в результаті воєнних дій навіть в умовах відсутності катастроф, мають специфічні особливості (мінні поля, випалені ліси, оборонні споруди і т.д.). Однак до цього часу не розроблені рекомендації з компенсації нанесеного природі збитку й рекультивації порушених територій.

1.3 Методи відновлення порушених земель

Таким чином, під впливом воєнних дій виникають різні види забруднення елементів навколишнього середовища та порушень природного ландшафту.

Порушеними називають землі, які в результаті діяльності людини втратили господарську цінність, стали джерелом негативного впливу на навколишнє середовище у зв'язку зі зміною ґрунтового й рослинного покриву, гідрологічного режиму, створенням техногенного рельєфу. Вони є джерелом забруднення ґрунтів, води, повітря, ускладнюють умови проживання людини та в загальному випадку приводять до зниження рівня екологічної безпеки країни. Все це ставить задачу відновлення порушених територій з метою повернення їх для використання в народнім господарстві й усунення їх згубного впливу на навколишнє середовище. Ця задача вирішується шляхом рекультивації, що включає в себе інженерно-технічні, меліоративні, агротехнічні і інших заходи по поновленню продуктивності земель та запобіганню шкідливого впливу порушених земель на навколишнє середовище.

Рекультивації підлягають землі, у яких відбулися зміни, що виражаються в порушенні ґрунтового покриву, утворенні нових форм рельєфу, зміні гідрогеологічного режиму території, засоленні ґрунту та забрудненні її хімічними, радіоактивними речовинами [66-72].

Вибір раціональних напрямків рекультивації виконується з обліком наступних факторів:

Таблиця 1.2 – Наслідки впливу воєнних дій на стан природного середовища

№ з.п	Види впливу	Наслідки	М*	Т**	Екологічний збиток
1	2	3	4	5	6
1	Воронки від розривів міні і снарядів	Порушення ґрунтового покриву й характеристик рослинних угруповань. Накопичення атмосферних опадів у зниженнях і масове розмноження комарів і інших кровососів та переносників захворювань.	I	2	Накопичення важких металів. Зміна мікроклімату. Поширення інфекцій і інших захворювань.
2	Окопи, протитанкові рови; укріпні й оборонні лінії	Повне знищення ґрунтового покриву й рослинності, вилучення родючих площ із сільського господарства	II	3	Порушення сільськогосподарського виробництва. Ерозія й виснаження ґрунтів.
3	Тимчасові військові дороги, використання різної важкої техніки	Механічне руйнування поверхні ґрунтів, накопичення забруднюючих речовин.	II	2	Порушення мікробіологічних, водно-фізичних властивостей ґрунтів; забруднення поверхневих і підземних вод.

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
4	Бомбардування й артобстріли	Знищення лісів, захисних лісопосадок і лісосмуг. Загибель лісів: від осколків, грибкових захворювань, що розвиваються після ушкодження. Загибель тварин.	II	3	Виникнення пустищ і захаращених територій. Активізація ерозійних процесів. Виникнення антисанітарних умов.
5	Штучні пожежі	Запустіння окремих територій. Формування «антропогенного бедленда».	I	2	Знищення екосистем. Забруднення повітряного басейну. Розвиток ерозійних процесів, різке погіршення екологічних умов у водних об'єктах.
6	Окупація території	Руйнування: міських ландшафтів, агроценозів, заповідників, ботанічних садів, зоопарків, національних парків, пам'ятників природи, водоймищ, іригаційних і меліоративних каналів, гребель і дамб. Вивозяться: лікарські рослини; корисні копалини.	II	2	Руйнування інфраструктури, сільськогосподарського виробництва, промислового потенціалу, комунікацій.
7	Радіоактивне зараження	Забруднення біосфери радіоактивними продуктами. Променеве ураження екосистем.	III	3	Порушення хіміко-біологічного круговороту речовин.
8	Розсіювання гербіцидів і інших отрутохімікатів	Загибель лісів, тварин, активізація ерозійних процесів.	II	3	Ураження екосистем; порушення трофічних ланцюгів у біотичних співтовариствах, виснаження запасу живильних речовин у порушених екосистемах; ерозія ґрунтів.

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
9	Підпал нафтових свердловин	Утворення нафтових плям, викиди продуктів згоряння; висихання деревної рослинності через високі температури; загибель тварин і птахів.	III	3	Забруднення Світового океану, атмосфери. Ураження водних екосистем, порушення всього біосферного механізму теплової рівноваги.
10	Руйнування нафтових свердловин і ін. місць зберігання нафтопродуктів	Забруднення глибинних шарів ґрунту, підземних водоносних горизонтів, рослинних співтовариств	II	3	Ураження екосистем.
11	Руйнування гідровузлів	Затоплення великих територій, параліч господарської діяльності, повна зміна укладу життя, величезний матеріальний збиток, загибель людей.	II	3	Загибель рослинних співтовариств і тваринного миру. Зміна водно – фізичних властивостей ґрунтів у зоні підтоплення. Змив родючого ґрунтового покриву. Виникнення заболочених територій. Погіршення санітарно-екологічного стану.
12	Штучно викликані опади	Випадання йодистого свинцю разом з опадами.	II	3	Зміна мікроклімату, загибель риб і інших організмів.

Примітки: *М – Масштабність: I – локальний, II – регіональний, III – глобальний.

**Т – Тривалість: 1 – короткостроковий; 2 – середньостроковий; 3 – довгостроковий

- природно-кліматичних факторів, рельєфу місцевості, ґрунтового покриву, рослинності, геологічних, гідрогеологічних і гідрологічних особливостей;

господарських і санітарно-гігієнічних умов з урахуванням перспективи розвитку району й вимог районного планування;

- економічних і соціальних вимог освоєння природних ресурсів району, економічної, екологічної й соціальної ефективності рекультивації порушених земель.

Комплексне забруднення ґрунтів на території воєнних дій в Іраку вимагає застосування різноманітних методів відновлення ґрунтового покриву: біологічних та хімічних.

Завдання біологічної рекультивації порушених земель і полягає в тому, щоб комплексом агротехнічних і фітомеліоративних заходів поліпшити структурний стан, водно-повітряний і живильний режим, а так само біологічні особливості порушених земель із метою подальшого їхнього ефективного використання в господарстві. Відомі методи відновлення ґрунтів та очищення їх від різних хімічних забруднень методами біологічної рекультивації [73 - 77]. Розроблені способи очищення ґрунтів від плюмбуму [78], способи зниження вмісту екотоксикантів [79], способи зниження вмісту важких металів [80], який полягає у використанні трав меліорантів, зокрема рапса, способи рекультивації засолених ґрунтів [81, 82], способи очищення ґрунтів від хлорорганічних сполук [83], способи біологічної рекультивації відвалів фосфогіпсу [84], способи очищення від важких металів, аніліну, нітробензолу, пестицидів [85]. Загальний недолік перерахованих способів рекультивації техногенно-забруднених ґрунтів полягає в тому, що для очищення та відновлення родючості використовуються тільки агротехнічні способи, які, як правило, є довгостроковими та дорогими.

Хімічні методи рекультивації включають в себе попередню хімічну обробку ґрунту з метою видалення токсичних речовин. Наприклад, лісова рекультивація територій, які мають токсичні ґрунти, можлива тільки за умови корінної хімічної

меліорації або застосування покриття із придатних для освоєння рослинами ґрунтів.

Недоліком хімічних методів рекультивації є те, що вони передбачають тільки нейтралізацію токсичних сполук і запобігають подальшому впливу токсинів на ґрунт, але не забезпечують усунення вже нанесеного збитку. У результаті повна рекультивація забрудненого ґрунту залишається за природними факторами; процес стає тривалим і ненадійним.

Тому часто хімічна рекультивація використовується в комплексі з біологічною [13, 86, 87]. Застосовується як реагентна обробка [88], так і промивання ґрунту з метою видалення токсичних речовин.

Широко використовуються гумінові сполуки [86, 87]. Гумати ефективно зв'язують багато токсичних з'єднань, а також містять мінеральні й мікроелементи, що є джерелом поживних речовин для аборигенних деструкторів. Використання гумусових речовин дозволяє зв'язати сполуки забруднювача, які виявляють негативну дію на рослини. Знизивши токсичність забруднюючих речовин за допомогою використання водорозчинних гуматів, створюються більш сприятливі умови для життєдіяльності для рослин, що висівають.

Ще однією проблемою, яка виникає на порушених в ході воєнних дій ділянках ландшафту, є ерозія.

Для боротьби з ерозією розроблено багато традиційних та нових методів, які дозволяють зменшити негативний вплив цього явища на літосферу та гідросферу [89 - 91].

Незалежно від конкретного призначення земель, утворених після рекультивації, у всіх випадках на порушених землях повинен бути створений стійкий ґрунтовий і рослинний покрив, порівнянний за рівнем продуктивності із зональними співтовариствами.

Вибір методу рекультивації проводиться на основі оцінки ґрунтів. В роботі [6] були розроблені наступні методи комплексної оцінки ґрунтів:

1. Метод оцінки рівня самовідновлення ґрунтів (АПП), що відноситься до групи адаптивних. Враховує екологічні фактори, що викликають дестабілізацію,

характеризує питому біохімічну активність ґрунтів, яка обумовлює потенційну здатність вказаних екосистем до самоочищення.

$$АПГ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{Pe_i + P\phi_i + K_i + Dg_i}{\left| \frac{C_i}{C_\phi} - 1 \right| + \left(\left| \frac{Pi}{P_\phi} - 1 \right| + \left| \frac{Pi}{P_\kappa} - 1 \right| \right)} \right],$$

де Pe_i – активність пероксидази техногенних ґрунтів; $P\phi_i$ – активність поліфенолоксидази техногенних ґрунтів; K_i – активність каталази техногенних ґрунтів; Dg_i – активність дегідрогеназ техногенних ґрунтів; C_i – вміст елементів живлення (N, P, K) в техногенних ґрунтах; C_ϕ – вміст елементів живлення (N, P, K) в ґрунтах регіонального фону; Pi – вміст пріоритетних важких металів в техногенних ґрунтах; P_ϕ – вміст пріоритетних важких металів в ґрунтах регіонального фону; P_κ – вміст пріоритетних важких металів в ґрунтах фонового полігону (в контролі); n – кількість досліджуваних проб ґрунтів.

2. Метод комплексної оцінки ступеня зміни ґрунтів (K) визначає їх реакцію на сумарний техногенний вплив:

$$K = \frac{АПГ_k - АПГ_3}{АПГ_k},$$

де $АПГ_3$ – адаптивний потенціал ґрунтів при забрудненні (в умовах техногенного навантаження); $АПГ_k$ – адаптивний потенціал ґрунтів в умовах контролю.

3. Метод прогнозової оцінки наслідків техногенної дії на ґрунти (E). Він використовується для визначення екологічної стійкості ґрунтів, вибору напрямку реабілітації трансформованих ґрунтів та екологічно доцільних методів їх відновлення. Розраховується цей показник наступним чином:

$$E = \frac{АПГ_3}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\left| \frac{C_i^{pH}}{C_\phi^{pH}} - 1 \right| + \left| \frac{C_i^{Co}}{C_\phi^{Co}} - 1 \right| + \left| \frac{C_i^{Zn}}{C_\phi^{Zn}} - 1 \right| \right)},$$

де $AПГ_3$ – адаптивний потенціал ґрунтів при забрудненні; C_i^{pH} – активна кислотність техногенних ґрунтів; C_ϕ^{pH} – активна кислотність ґрунтів регіонального фону; C_i^{Co} – вміст органічного вуглецю в техногенних ґрунтах; C_ϕ^{Co} – вміст органічного вуглецю в ґрунтах регіонального фону; $C_i^{z_2}$ – глибина гуміфікації техногенних ґрунтів; $C_\phi^{z_2}$ – глибина гуміфікації ґрунтів регіонального фону; n – кількість досліджуваних проб ґрунтів.

4. Метод визначення екологічного бонітету ґрунтів (B_e) дозволяє визначати реальну родючість ґрунтів в умовах конкретного техногенного навантаження за рахунок аналізу екологічної дестабілізації параметрів, що беруть участь у формуванні їх потенційної родючості. B_e визначається за допомогою наступного рівняння:

$$B_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{\frac{X_i}{X_{opt}} + \frac{Y_i}{Y_{opt}}}{\left| \frac{C_i}{C_\phi} - 1 \right| + \left(\left| \frac{P_i}{P_\phi} - 1 \right| + \left| \frac{P_i}{P_k} - 1 \right| \right)} \right],$$

де X_i – вміст гумусу в техногенних ґрунтах; X_{opt} – вміст гумусу, оптимальний для цього типу ґрунтів; Y_i – співвідношення поглинутих катіонів ($Ca^{2+}+Mg^{2+}/Na^+$) в техногенних ґрунтах; Y_{opt} – співвідношення поглинутих катіонів ($Ca^{2+}+Mg^{2+}/Na^+$), оптимальне для цього типу ґрунтів; C_i – вміст елементів живлення (N, P, K) в техногенних ґрунтах; C_ϕ – вміст елементів живлення (N, P, K) в ґрунтах регіонального фону; P_i – вміст пріоритетних важких металів в техногенних ґрунтах; P_ϕ – вміст пріоритетних важких металів в ґрунтах регіонального фону; P_k – вміст пріоритетних важких металів в ґрунтах фонового полігона (у контролі); n – кількість досліджуваних проб ґрунтів.

В роботі [92] для аналізу просторової порушеності природних ландшафтів використаний показник щільності порушеності об'єктів на одиницю площі:

$$P = \frac{\sum f_i}{F},$$

де P - показник порушеності територій; f - одиничні об'єкти в даній сукупності (воронки, бліндажі або ін.); F - площа ділянки (району).

Використання запропонованих залежностей дозволяє виконати попередній аналіз стану ґрунтів та запропонувати методи по відновленню порушених територій.

1.4 Методи поліпшення якості води

Природні води Іраку характеризуються високим вмістом солей, жорсткістю, високому вмісті іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , що вимагає попередньої обробки води для подальшого побутового використання.

Для зниження солевмісту води використовують мембранні методи – зворотний осмос і ультрафільтрація. Поділ за допомогою напівпроникних мембран вимагає витрат енергії тільки на проходження розчину через мембрану й тому витрата енергії на знесолення мембранними методами майже в 20 раз менше в порівнянні з випарюванням. Перепад тиску в мембранних апаратах становить 2 – 10 атм, а швидкість фільтрування прямо пропорційна солевмісту води [93]. Промисловими ультрафільтраційними мембранними апаратами можна ефективно очищати води, які мають невелику мутність та містять до 5 мг/л зважених речовин, на об'єктах малої продуктивності (сільські населені пункти, невеликі селища й ін.) Недолік такого методу – необхідність частої заміни мембран і висока вартість очищення.

Із усіх методів пом'якшення й знесолення води найпоширеніші реагентні методи, які застосовується для пом'якшення води, у якій карбонатна твердість трохи більше некарбонатної. Сутність реагентних методів полягає в обробці води речовинами, які зв'язують іони Ca^{2+} і Mg^{2+} у практично нерозчинні сполуки. Загальним недоліком реагентних методів є висока вартість, потреба в додатковому обслуговуючому персоналі, екологічна небезпека.

Содореагентний метод заснований на тому, що сода відновлюється в процесі пом'якшення. Він застосовується для випадків неглибокого пом'якшення до значень жорсткості (1,4 - 1,8) мг-екв/л. Для більш повного пом'якшення воду попередньо підігрівають до температури $(70 - 80)^{\circ}\text{C}$, що приводить до значного подорожчання процесу.

Озонування. За рахунок високої окиснювальної здатності озон вступає у взаємодію з багатьма мінеральними й органічними речовинами [94, 95]. Озон може бути використаний для видалення з води заліза й марганцю, окиснення сульфідів, нітритів і сірководню. Відмінною рисою процесу є те, що при озонуванні в оброблювану воду не вводяться сторонні домішки. При обробці води озоном на відміну від інших реагентних методів обробки мінеральний склад, лужність, рН і вміст вільної вуглекислоти залишаються без змін, що є позитивним чинником [96].

При пом'якшенні води методом іонного обміну використовують катіоніти, що мають здатність обмінювати іони Na^+ і H^+ на іони, що втримуються Ca^{2+} і Mg^{2+} . Цей метод знайшов застосування при очищенні води мутністю не більше 8 мг-екв/л, вихідною жорсткістю до 15 мг-екв/л, температурою $(30 - 60)^{\circ}\text{C}$. У роботі [97] показано, що при використанні алюмінату натрію ($\text{pH} > 10$) ступінь пом'якшення досягає 96 %. Ефективність освітлення води зростає при використанні: гідроксохлориду магнію, гідролізованого поліакриламід у дозах 1 – 5 мг/л. При використанні магnezиту в дозах більше 20 мг/л час проведення процесу пом'якшення й освітління скорочується до 15 хвилин при зниженні твердості до 0,2 – 0,4 мг-екв/л, мутності – до 2 – 6 мг/л. Перевагою методу є можливість глибокого пом'якшення й знесолення води, недоліком – висока вартість.

Екстракція водних розчинів заснована на здатності деяких органічних розчинників вибірково екстрагувати воду, залишаючи іонні домішки в розсолі [93]. Метод найбільш доцільний для опріснення вод з концентрацією солей (2 - 10) г/л. Недоліками методу є складність в апаратурнім оформленні, висока вартість.

До фізичних методів підготовки води відносяться термічні методи, а також обробка зовнішніми силовими полями.

Випарювання застосовується при мутності вихідної води до 50 мг-екв/л і при початковій твердості (5 - 3) мг-екв/л. Залишкова жорсткість води після обробки цим методом становить не більш 0,045 мг-екв/л [93]. Недоліком методу є його велика енергоємність.

Основним напрямком наукових розробок по інтенсифікації водо підготовки та очищення стічних вод є вивчення методів впливу на водну систему зовнішніх полів, що обумовлено універсальністю й ефективністю методів при малих капітальних вкладеннях. Завдяки простоті реалізації обладнань для електричної й магнітної обробок водно-дисперсних систем в виробничих умовах, цей напрямок усе частіше використовується на підприємствах, незважаючи на незавершеність технічних і наукових розробок. Обробка зовнішніми силовими полями приводить до зміни властивостей системи, що дозволяє інтенсифікувати процеси, що протікають у рідині. До зовнішніх силових полів відносяться ультразвук, електрична і магнітна обробка.

Ультразвук змінює енергію дегідратації часток, впливає на їхню енергетичну активність. Акустичне поле створює біля твердих поверхонь акустичні потоки, які змінюють рН розчину, підвищуючи його кислотність, попереджаючи випадання солей. Усі перераховані фактори приводять до інтенсифікації процесів очищення води [98, 99]. Однак створення ультразвукового устаткування пов'язане зі значними технічними труднощами, обумовленими великим об'ємом апаратів і оброблюваних потоків, складністю виготовлення, недовговічністю, енергоємністю.

Електричне поле впливає на заряджені частки й цей силовий вплив дає можливість застосовувати його для очищення стічних вод. Інтенсифікація процесів із застосуванням електричних полів відрізняється низькою енергоємністю й економічно вигідна, тому що струми, що застосовуються для проведення процесів, малі й споживана потужність невелика. Застосування методу глибокого очищення стічних вод коксохімічних виробництв за допомогою

електроімпульсної обробки дозволило знизити величину ХПК на 92%, аміаку загального на 90- 94%, солевмісту – на 65 – 68%, зважених часток – на 90 – 95%, бактеріального забруднення – до 100%, феноли, ціаніди руйнуються практично повністю [100]. Електроімпульсний метод дозволив здійснити доочищення стічних вод до досягнення ГДК і повернути оброблену воду в оборотний цикл.

У роботі [101] розглядалися наступні комбінації методів доочищення й знезаражування стічних вод:

- електрохімічне доочищення й магнітне поле;
- електрохімічне доочищення - перпендикулярне накладення магнітних полів;
- магнітне поле - електрохімічне доочищення - магнітне поле;
- магнітне поле - електрохімічне доочищення.

Аналіз порівняння токсичності води після механічного очищення й доочищення дозволяє зробити висновок, що стадія доочищення за схемою електрохімічне окиснення - магнітне знезаражування дозволяє одержати практично нетоксичну очищену стічну воду. Ефективність очищення по ХПК досягала значень від 68 до 81% залежно від мінерального складу води в даний період. Попереднє електрохімічне окиснення дозволяло значно знижувати концентрацію колоїдної суспензії у воді, що надходить надалі на аераційне очищення.

Завдяки простоті обладнання для магнітної обробки водних систем, магнітна обробка все частіше використовується у водопідготовці. Є найрізноманітніші дані про дію магнітних полів на структуру й властивості водних систем: змінюється густина, в'язкість, поверхневий натяг, електропровідність, рН і ін. [102 - 104]. Магнітна обробка води із рН 5,5 приводить до підвищення рН відразу ж після впливу [105]. Якість магнітної обробки залежить від магнітних властивостей водної системи, а також від характеристик магнітного поля [106, 107]. Спрямований рух потоку води також впливає на проведення процесу магнітної обробки. У роботі [108] вивчалися зміни фізико – хімічних параметрів води в динамічних і статичних умовах. При русі води спостерігалось зменшення значень активного опору, підвищення рН і

діелектричної проникності середовища, збільшення частки асиметричних коливань молекул, тоді як при статичних умовах відгук на зовнішній силовий вплив практично був відсутній.

При магнітній обробці виникнення електромагнітних полів є наслідком переміщення води в магнітному полі. У цих умовах виникає протилежне циклотронне переміщення катіонів і аніонів під дією сил Лоренца, що обумовлюють рухом іонів навколо силових ліній магнітного поля з певною частотою. Розрахунки для напруженості поля $(7,96 \div 10^4)$ А/м (1000 Е) і при швидкості води $(1 \div 3)$ м/с показали, що радіуси циклотронної окружності (ларморовський радіус) іонів кальцію й сульфатних іонів, що втримуються у воді, рівні відповідно $\approx 0,17$ мкм і $\approx 0,4$ мкм. При таких радіусах можлива флуктуація концентрації іонів [104]. Флуктуація концентрації розчинених у воді домішок не є єдиним результатом впливу електромагнітних полів. В цьому випадку відбувається також значне порушення гідратних оболонок іонів.

Оптимальна величина напруженості магнітного поля H_{opt} , при якій руйнується гідратна оболонка, визначається з рівняння

$$H_{opt} = \frac{\tau_{02} \delta_r}{2\mu_0 \sigma_k a_x V_q}$$

При проведенні експериментів було встановлено, що існує оптимальне співвідношення між напруженістю поля й силою струму, при яким гранична напруга зрушення $\tau_{02} \approx 5$ Па [109]. Експерименти також показали, що оптимальні режими обробки при різних іонах і їх концентрації можуть бути зовсім різними. Багато авторів відзначають, що найбільший вплив при електромагнітній обробці на зміну властивостей води виявляються у випадку наявності у воді іонів кальцію, міді та ін. Обробка систем здійснюється в спеціальних апаратах, у яких на потік, що рухається, рідини накладаються магнітне поле, вектор магнітної індукції якого перпендикулярний вектору швидкості потоку [110].

Таким чином, застосування магнітної обробки води дозволяє проводити комплексне очищення води при невеликих витратах на апаратне оформлення

процесу, що дозволяє з успіхом застосовувати даний вид очищення в локальних системах.

1.5 Мета і задачі дослідження

Аналіз літературних даних показав, що військові конфлікти, як один з видів техногенних факторів, чинять негативний вплив на всі компоненти довкілля, що приводить до зниження рівня екологічної безпеки. Зокрема, військові дії приводять до порушення ґрунтів та зниження якості джерел водопостачання. Особливо багато екологічних проблем пов'язано з перебудовою ґрунтів, від яких залежить рівень стійкості всієї біосфери. Тому питання екологічної безпеки ґрунтів під час воєнних дій постають найбільш гостро і потребують вирішення задач по відновленню порушених територій.

Метою дисертаційної роботи є всебічне вивчення основних закономірностей зміни техноприродних геосистем в залежності від впливу військового чинника і розробка рекомендацій щодо запобігання і усунення негативних наслідків.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести вивчення, аналіз і оцінку наслідків військових дій на природне середовище в Іраку.
2. Оцінити зміни природних компонентів і визначити сутність техногенної небезпеки при геохімічній трансформації ландшафтів під впливом воєнних дій.
3. Розробити класифікацію порушених територій.
4. З метою підвищення рівня екологічної безпеки обґрунтувати вибір методів відновлення порушених територій.
5. Оцінити стан водних ресурсів на порушених у ході військового конфлікту територіях.
6. Розробити заходи по поліпшенню якості водопостачання.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження є природні та техноприродні комплекси Іраку та їх компоненти: ландшафти, ґрунт, вода Іраку, які дають можливість простежити часовий вплив військового конфлікту на навколишнє середовище й проводити дослідження в післявоєнний час.

2.1 Коротка характеристика району дослідження

Територію Іраку ділять на чотири основні природні райони: гірська північ і північний схід, Верхню Месопотамію (рівнина Ель-Джазира), алювіальні рівнини Нижньої Месопотамії й пустельні плато південно-заходу (рис. 3.1) [111]. Максимальна середньорічна температура 30⁰С, мінімальна середньорічна температура 15⁰ С, середньорічна кількість опадів 216 мм/рік.

Гірський район розташований до сходу від долини р. Тигр. Північні гори являють собою відроги Східного Тавра, а північно-східні – Загроса. Поверхня цього району поступово підвищується від долини Тигру до північного сходу від 500 до 2000 м. Окремі гірські масиви піднімаються вище 2000 м над рівнем моря, а вершини в прикордонній зоні – вище 3000 м над рівнем моря. Складчасті гори із крутими схилами й часто пенепленізованими гребенями витягнуті паралельно ірако-турецького й ірако-іранського кордону. Вони складені вапняками, гіпсами, мергелями й піщаниками й глибоко розчленовані численними водотоками басейну Тигру.

Горбкувата рівнина Ель-Джазира (у перекладі «острів») розташована на межиріччі середнього плину рік Тигр і Євфрат на півночі від міст Самарра (на р. Тигр) і Хіт (на р. Євфрат) і підвищується в північному напрямку приблизно від 100 до 450 м над рівнем моря. Місцями рівнинний характер місцевості порушується невисокими горами. На сході субмеридіонально витягнуті хребти Макхуль і Хамрин (з вершиною 526 м над рівнем моря), а на північно-заході

субширотно – більш високі гори Синджар (з вершиною Шельміра висотою 1460 м над рівнем моря). Рівнина глибоко розчленована численними руслами вади, стік яких спрямований у Євфрат або внутрішні западини й озера. Тигр і Євфрат у межах Ель-Джазири течуть у вузьких долинах, найбільш глибоко прорізаних на півночі й північному заході.

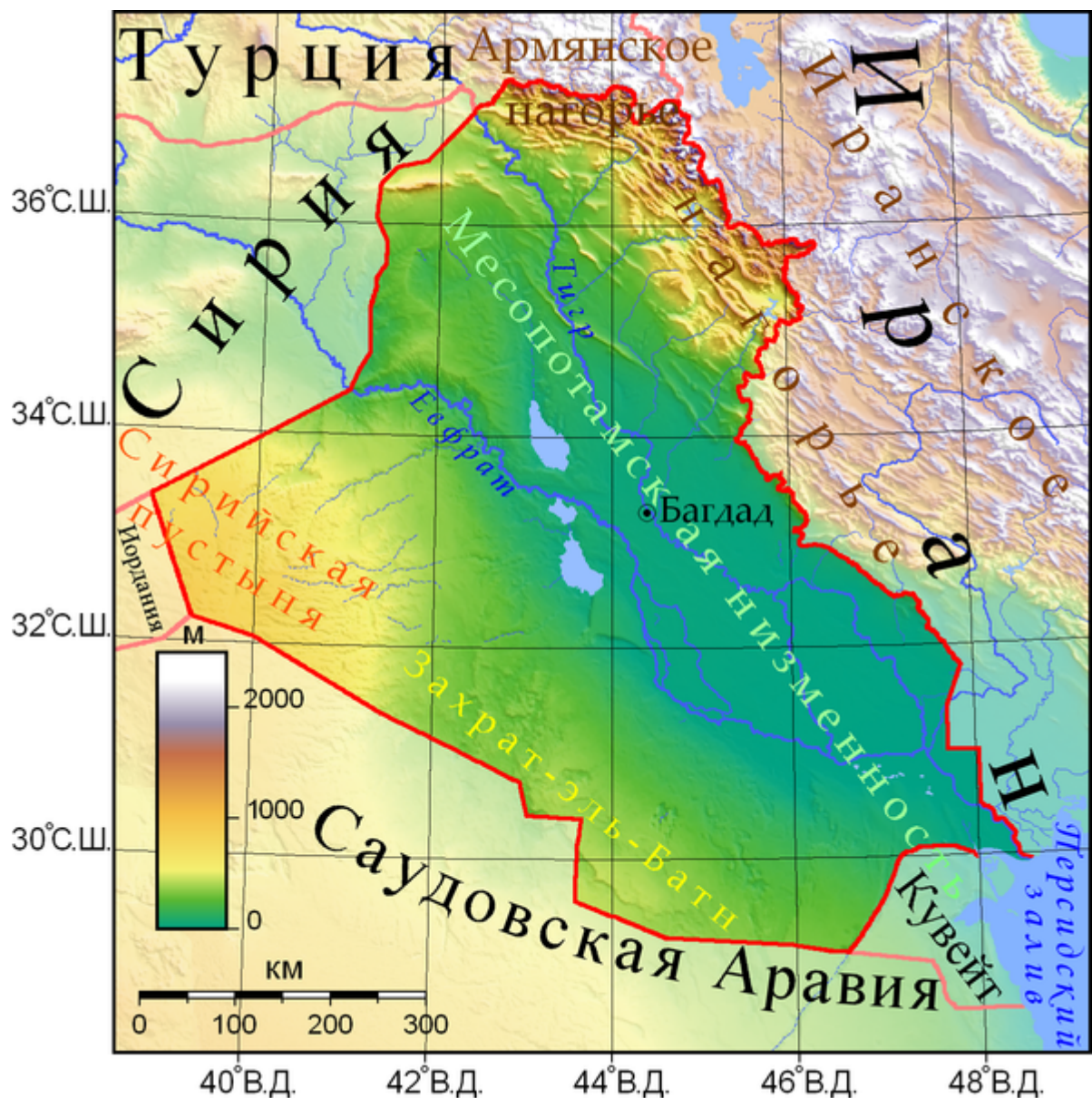


Рисунок 2.1 – Природні зони Іраку

Нижня Месопотамія простирається на південний схід аж до Перської затоки й має довжину близько 500 км, площа близько 120 тис. км², складена алювіальними відкладеннями й характеризується плоским рельєфом. Її абсолютні висоти звичайно менш 100 м над рівнем моря (на півночі, у районі Багдада, – 40 м, на півдні, біля Басри, – 2-3 м). Монотонний рельєф місцями порушується природніми береговими валами, численними протоками, іригаційними й дренажними каналами. На багатьох ділянках днища Тигру і Євфрату підняті над місцевістю. Ухили русел обох рік незначні, тому стік утруднений і на південному сході утворили великі болота. В ході меліоративних заходів болота були осушені, що визвало порушення стану екологічної рівноваги. Крім того, Нижня Месопотамія має велику кількість озер. Найбільш великі з них Ель-Мільх, Ель-Хаммар, Ес-Саадія, Ель-Хаббанія.

Південно-західний пустельний район є продовженням Сирійсько-Аравійського плато. Його поверхня поступово знижується в напрямку до долини р. Євфрат і на південь від 700-800 м на заході до 200-300 м на сході й на півдні. Над щебінково-галечниковою поверхнею піднімаються плосковершинні останцеві пагорби й височини. Іноді зустрічаються піщані пустелі й дюнні поля. Плато відділене від алювіальної рівнини чітким уступом висотою до 6 м. У межах плато беруть початок численні широкі ваді, стік яких спрямований у долину Євфрату. Ваді заповнюються водою тільки після рідких злив.

Ріки Тигр і Євфрат, що перетинають усю країну, самі повноводні на всьому Близькому Сході, відіграють важливу роль у господарстві Іраку. Євфрат бере початок від злиття рік Карасу й Мурат, джерела яких знаходяться на Вірменському нагір'ї в Туреччині, далі через територію Сирії попадає в межі Іраку. У цих країнах води Євфрату в значній мірі розбираються для гідроенергетики й на інші господарські потреби. Довжина Євфрату (від джерел р. Мурат) близько 3060 км, з яких 1160 км протікає по території Іраку. У верхній течії Євфрат – бурхлива гірська ріка, у Сирії її течія трохи вповільнюється, біля сирійсько-турецької границі ширина русла 150 м, а швидкість течії 1,5-2 м/с. Перепад висот становить у середньому 1 м на 1 км. Після міста Хіт ширина ріки

біля 1,5 км при середніх глибинах 2-3 м, течія спокійна при перепаді висот менш 9 см на 1 км. При злитті Євфрату з Тигром утворюється повноводний потік Шатт-Ель-Араб довжиною близько 190 км, що впадає в Перську затоку. Нижче міста Файсалія русло Євфрату роздвоюється й знову з'єднується вище міста Ес-Самава. Далі, нижче за течією, південніше міста Ен-Насирія, ріка знову роздвоюється й міняє напрямок течії на субширотний. Один потік впадає біля міста Ель-Курна в Шатт-Ель-Араб, а інший живить озерно-болотну систему Ель-Хаммар і, витікаючи з однойменного озера, теж упадає в Шатт-Ель Араб вище Басри. Пік повені припадає на квітень – червень, коли таниє сніг у горах, а межень на серпень – жовтень.

Ріка Тигр довжиною 1850 км бере початок з оз. Хазар на Вірменському нагір'ї в Туреччині й протягом 1415 км тече по території Іраку. У середній течії ця досить бурхлива ріка має вузьке русло, що пролягає через ряд гірських хребтів північного Іраку. У межах Месопотамської низовини ширина русла коливається від 120 до 400 м, а глибина від 1,5 до декількох метрів. Швидкість течії біля 2 м/с. Оскільки тут рівень водної поверхні майже на 1,5 м вище навколишньої місцевості, русло штучне обваловане. На відміну від Євфрату, Тигр має багатоводні притоки, які беруть початок у горах північно-східного Іраку. Найбільш великі притоки – Великий і Малий Заб, Дияла, Керхе, Ель-Узайм. Водність Тигру значно збільшується з жовтня по березень. Пік повені припадає на квітень, рідше – березень, а межень – на серпень – вересень. Повені в Іраку часто бувають катастрофічними й наносять серйозний економічний збиток. Тим часом Ірак має значні гідроенергоресурси.

Ріки Євфрат, Тигр і Шатт-Ель-Араб несуть велику кількість наносів, які відкладаються на заплаві під час повені. Разом з мулистими осадами внаслідок високої випаровуваності щорічно на поверхні ґрунту осідає до 22 млн. т хімічних речовин. У результаті південніше від Багдада збільшується засолення ґрунтів, що суттєво обмежує сільськогосподарську діяльність.

У долинах Ефрата й Тигру і його притоків поширені найбільш родючі аллювіально-лугові й лугові ґрунти. На півдні й сході вони сильно засолені. На

південному заході, у межиріччі Тигру і Євфрату, особливо північніше від Багдада, і на лівобережжі Тигру широко поширені сіроземи субтропічних степів і напівпустель, часто засолені. На більш високих плато Ель-Джазири переважають каштанові ґрунти сухих і пустельних степів, а в горах північного сходу – гірсько-каштанові й гірсько-коричневі ґрунти. На півдні широко поширені піски, південно-східні райони Іраку сильно заболочені, а ґрунти часто засолені.

На території Іраку виділяються 3 гідрогеологічні області: гірсько-складчаста, платформенна й центрально-месопотамська. Головні водоносні горизонти гірсько-складчастої області — вапняки (дебіт джерел до 2-3 м³/) і відкладення пліоцену (світа бахтіар) і плейстоцена (дебіти 1-5 л/с). У платформенній області, у її західній частині, водоносні вапняки мезозою й палеогену, глибина залягання води 100-200 м, дебіт близько 1 л/с, рідко вище. На іншій території основний водоносний горизонт представлений вапняками нижнього міоцену (євфратська серія), дебіт джерел 20-150 л/с (групи джерел до 1000 л/с). У Центральній Месопотамії напорні води є високомінералізованими, субтермальними й термальними. Ґрунтові води високо мінералізовані й пов'язані з неогеновими й четвертинними відкладеннями. Звичайним для умов Іраку є використання для питних цілей вод з мінералізацією 2-3 г/л, для зрошення — 4 - 6 г/л і навіть більше, що приводить до засолення ґрунтів.

Ресурс поверхневих вод Іраку становить близько 74 млрд. м³/рік, а підземних близько 2 млрд. м³/рік. Кількість опрісненої води складає 7 млн. м³/рік.

Основним споживачем води є сільське господарство. В середньому для побутових цілей використовується 7,3 млн.м³/рік води, в промисловості - 5 млн.м³/рік, в сільському господарстві – 97 млн.м³/рік води. В зв'язку з ростом населення зростає проблема якісного водопостачання в країні.

В зв'язку зі збільшенням розриву між наявністю води та її потребою для країни гостро стоїть проблема комплексного планування та раціонального використання запасів водних ресурсів, скорочення водоспоживання та розробки

технологій повторного використання води та очищення стоків. Воєнний конфлікт є основною перешкодою по стійкому управлінню водними ресурсами в регіоні.

Під час війни відбувалось забруднення та деградація і невинуватене використання водних ресурсів як методу впливу на воюючі сторони, що нанесло невинуватну шкоду водним екосистемам. В Іраку використовувалося відведення води в регіоні, який відповідав за поповнення води в ріках Тигр та Євфрат з метою подавлення збройного конфлікту. Це призвело до висихання водних шляхів, які існують уже більш ніж мільйон років [112].

2.2 Методи досліджень стану техноприродних комплексів

Важливим фактором при оцінці змін природних комплексів і їх компонентів є обґрунтування й застосування методів польових оцінок, які в сукупності з відомостями, що відбивають характеристики інших значущих факторів, дають інформацію для наступного її аналізу.

Методологічні положення оцінки просторового й тимчасового аналізу порушень у природнім середовищі, що сформувалися залежно від впливу тих або інших техногенних факторів докладно розглянуті в роботах А.М. Гарєєва. В останній роботі [113] ним пропонується метод геоекологічної зйомки порушених територій, який дозволяє одержувати об'єктивну інформацію про кількісні і якісні ознаки, що відбивають масштаби й специфіку порушення. Зазначені методичні положення використані при оцінці зміни компонентів природного середовища й природних комплексів у цілому в конкретних умовах у межах Республіки Ірак.

Відповідно до цього повнота інформації й насиченість досліджуваної території забезпечувалася на підставі:

- 1) докладного аналізу фізико-географічних умов;
- 2) вивчення інформації про характер бойових дій і про місця дислокації характерних порушень;
- 3) збору, узагальнення й аналізу відомостей про оцінку тих або інших наслідків, наявних у різних відомствах і організаціях;

- 4) проведення експедиційних пошуків і вибору репрезентативних районів і ділянок;
- 5) географо-екологічної зйомки обраних ділянок;
- 6) проведення тривалих систематичних спостережень за змінами кількісних і якісних ознак у межах порушених територій і ін.

Географо-екологічна зйомка досліджуваних територій включала розміщення базисної лінії, профілів, експериментальних (ЕМ) і контрольних (КМ) майданчиків. Таким чином, досліджувана порушена територія й суміжні (непорушені) ділянки були забезпечені густою мережею точок спостереження, що дозволяють одержувати достовірну інформацію, яка відбиває відбудовні процеси природних комплексів у просторі й часу.

У межах виділених районів на початку польових спостережень (2008 р.) була дана оцінка загального характеру порушеності територій бойовими діями, у тому числі визначена густина порушеності, параметри характерних об'єктів (воронок, бліндажів, окопів, сховищ боєприпасів, мінних полів), вивчена специфіка їх впливу на компоненти природного середовища (ґрунти, рослинні угруповання, водні об'єкти). Надалі (2008 - 2011 рр.) на обраних експериментальних і контрольних майданчиках проводилися систематичні спостереження за зміною параметрів порушених ділянок (площі, глибини, крутості схилів), заростанням і зміною видового складу рослинних угруповань, формуванням вторинних процесів (ерозії, зсуви). На підставі вивчення динаміки зміни видового складу рослинності на порушених ділянках і їх зіставлення з оцінюваними параметрами на контрольних майданчиках вивчені характер і тенденція відбудовного процесу.

З метою більш повномасштабного охоплення порушених районів, крім того, проводилися маршрутні вишукування, у ході яких були отримані відомості про рельєф місцевості, у тому числі крутості, експозиції, довжині схилів, стану ґрунтів, урожайності рослинних угруповань залежно від тих або інших особливостей порушеної території. Щодо кожного майданчика вказувалася висота над рівнем моря, описувався характер поверхні й ступінь ерозійного

розчленовування.

Вивчення ґрунтів автором проводилося шляхом закладення парних розрізів на контрольних і експериментальних майданчиках по загальноприйнятих методиках [114, 115]. Основним методом польового вивчення з'явився порівняльно-географічний метод, який дозволяє зіставити будова профілю на непорушених ділянках у межах КМ і порушених ЕМ. Ступінь порушеності ґрунтів визначалася по наявності або відсутності змін в основних генетичних горизонтах (А, В, С), а також по співвідношенню їх потужностей, фарбування, структури, характеру переходу між об'єрами. Ґрунтові зразки відбиралися при польових ґрунтових дослідженнях, які проводилися з повних (основних) розрізів строго по генетичних об'єрах для наступного лабораторного аналізу.

На підставі зіставлення кількісних і якісних характеристик по кожному компоненту (або ознаці) на основі тривалих спостережень був проведений просторовий і часовий аналіз екологічної інформації.

Використовуючи відомі методи інтерполяції й екстраполяції, було проведено зонування порушених територій і складені тимчасові динамічні ряди, а також здійснений графічний аналіз.

2.3 Методи дослідження ґрунтів та вод на дослідних ділянках

Дослідження складу ґрунтів та вод проводилось в лабораторії міста Мосул.

Для ґрунтів досліджуваних ділянок проводилося дослідження в за наступними показниками: визначення гігроскопічної вологи, механічного складу, вміст гумусу, рН у суспензії, рухомого фосфору й калію за стандартними методиками [116, 117].

Проводились польові, експедиційні й лабораторні хімічні аналізи.

Польові аналізи проводились спрощеними методами, лабораторні — інструментальними (спектроскопія, полум'яна фотометрія, атомно-адсорбційні й ін.).

Вивчення типів ґрунтів району дослідження проводилось шляхом розгляду

грунтового профілю. Для цього було проведено буріння свердловин на глибину до двох метрів з вивченням зовнішнього вигляду і вмісту ґрунтового розрізу. Хіміко-фізичний аналіз ґрунту проводився при вивченні його водно-фізичних властивостей. Вивчення властивостей проводили виміром питомої маси, загальної пористості, максимальної гігроскопічності ґрунтових обріїв і розглядали взаємодію їх з 10% розчином соляної кислоти.

Механічний (гранулометричний) аналіз — кількісне визначення вмісту в ґрунті часток різного діаметра. В польових умовах визначення механічного складу проводилось мокрим способом. В лабораторних умовах - за допомогою сит і піпетковим методом (використовуючи залежність між розмірами часток і швидкістю осідання їх у стоячій воді). Тип ґрунту визначили залежно від вмісту фізичної глини (часток $< 0,01$ мм) і фізичного піску ($> 0,01$ мм).

Хімічним аналізом установлювали хімічний склад і властивості ґрунту. Основні розділи його: валовий, або елементний, аналіз — дозволяє з'ясувати загальний вміст у ґрунті хімічних елементів; аналіз водної витяжки (основа дослідження засолених ґрунтів) є підставою до визначення вмісту у ґрунті водорозчинних речовин (сульфатів, хлоридів і карбонатів кальцію, магнію, натрію й ін.); визначення поглинальної здатності ґрунту; визначення забезпеченості ґрунтів живильними речовинами — установлювали кількість легкорозчинних (рухливих), засвоюваних рослинами сполук азоту, фосфору, калію й ін., за даними аналізу визначали потребу полів у добривах. Велику увагу приділяли також вивченню фракційної сполуки органічних речовин ґрунту, форм сполук основних ґрунтових компонентів, у тому числі мікроелементів.

При дослідженні вод визначались наступні характеристики: мутність, кольоровість, запах, електропровідність, загальна кількість розчинених речовин, рН, жорсткість, вміст іонів Na^+ та K^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , лужність за загальноприйнятими методиками [118].

Мутність води вимірювалась за допомогою нефелометра.

Запах води визначався органолептичним методом.

Кольоровість визначали колориметричним методом.

Електропровідність (ЕП) вимірювалась за допомогою кондуктометра.

Загальна кількість розчинених в воді речовин (ЗКРР) вимірювалась наступним чином: зразок води випарювався з наступним висушуванням осаду в печі при температурі 105° на протязі години. Потім сухий залишок зважувався на вагах.

Хімічні характеристики:

рН води визначали потенціометричним методом рН-метром рН-121 зі скляним електродом. Перш ніж приступитися до визначення рН досліджуваного розчину, перевіряли правильність настроювання рН-метра по 0,1н. розчину соляної кислоти (рН=1,1 при температурі (20-30) $^{\circ}$ С. Потім електрод занурюють у досліджувану рідину й визначають рН по шкалах рН-метра

Загальну жорсткість води визначали комплексометричним методом. До 100 мол досліджуваної води, поміщеної в конічну колбу на 250 мол, доливають 5 мол аміачного буферного розчину індикатору еріохорма чорного Т, який з іонами Ca^{2+} й Mg^{2+} утворює комплекси малиново-червоного кольору. Отриманий розчин повільно титрують 0,05н. розчином трилона Б до зміни фарбування на синювато-сірий. При цьому всі іони Ca^{2+} й Mg^{2+} будуть зв'язані трилоном Б.

Загальну жорсткість розчину розраховують за формулою

$$ЗЖ = \frac{V_1 N \cdot 1000}{V},$$

де V_1 - об'єм розчину трилону Б, досліджуваний на титрування досліджуваної води, мол; N - нормальність розчину трилону Б; V - об'єм досліджуваної води, мол.

Визначення вмісту іонів кальцію й магнію. Спочатку визначають загальну жорсткість води. Потім осаджують іони кальцію у вигляді оксалату кальцію CaC_2O_4 й визначають магнієву жорсткість фільтрату. Кальцієву жорсткість визначають як різниця між загальною й магнієвою жорсткістю. До 100 мол досліджуваної води, поміщеної в конічну колбу на 250 мол, доливають 1 мол

буферного розчину й 10 – 15 мол 5% розчину оксалату амонію. При цьому випадає осад оксалату кальцію CaC_2O_4 , який відфільтровують через щільний беззольний фільтр. Осад на фільтрі промивають 2 рази невеликою кількістю холодної дистильованої води. Промивні води приєднують до фільтрату й визначають його твердість. Для цього до розчину доливають 5 мол аміачного буферного розчину, додають 6-7 крапель розчину індикатору еріохорму чорного Т, титрують 0,05 н. розчином трилона Б.

Магнієву жорсткість води розраховують за формулою

$$Ж_{Mg} = \frac{V_2 N \cdot 1000}{V},$$

де V_2 - об'єм розчину трилона Б, досліджуваній на титрування досліджуваної води, мол; N - нормальність розчину трилона Б; V - об'єм досліджуваної води, мол.

Кальцієву жорсткість визначають як різницю між загальною й магнієвою жорсткістю.

Вміст іонів Ca^{2+} знаходять за формулою $[Ca^{2+}] = 20,04 Ж_{Ca}$.

Вміст іонів Mg^{2+} знаходять за формулою $[Mg^{2+}] = 12,16 Ж_{Mg}$.

Вміст іонів хлору Cl^- визначали титруванням розчином нітрату срібла при наявності індикатору хромату калію. До 100 мол досліджуваної води, поміщеної в конічну колбу на 250 мол, доливають 1 мол 10% розчину хромату калію й титрують розчином нітрату срібла до появи цегляно-червоного фарбування.

Вміст іонів хлору (x) у досліджуваній воді обчислюють по формулі

$$x = \frac{V_1 EN \cdot 1000}{V_2},$$

де V_1 - об'єм розчину нітрату срібла, витрачений на титрування досліджуваної води, мол; N - нормальність розчину нітрату срібла; V_2 - об'єм досліджуваної води, мол; E - міліграм-еквівалент хлору (35,5 мг).

Вміст іонів Na^+ та K^+ визначали за допомогою спектрофотометра (Digital Flame Analysis Galley Кампу).

Вміст сульфатів SO_4^{2-} – гравіметричним методом з прокалюванням залишка.

Загальну лужність води визначали титруванням досліджуваної води соляною кислотою в присутності індикатора фенолфталеїну (іони OH^- й CO_3^{2-}) і метилового жовтогарячого (іони HCO_3^-). До 100 мол досліджуваної води додають 2-3 краплі фенолфталеїну. Якщо з'явиться рожеве фарбування, воду титрують 0,1н розчином соляної кислоти до знебарвлення. Потім у ту ж колбу додають 2-3 краплі метилового жовтогарячого й продовжують титрування до переходу жовтого фарбування в рожеву. Загальну лужність обчислюють по формулі

$$ЗЛ = \frac{VN \cdot 1000}{V_1},$$

де V - загальний об'єм розчину соляної кислоти, витраченої на титрування, мол; V_1 - об'єм води, узятій для дослідження, мол; N - нормальність розчину соляної кислоти.

2.4 Експериментальна установка для електромагнітної обробки води

Високий вміст солей в природних водах Іраку, можливість зараження води через неефективну роботу очисних споруд, зруйнованих у ході воєнних дій створює проблеми з якісним питним та сільськогосподарським водопостачанням, що призводить до зниження рівня екологічної безпеки.

Електромагнітна обробка води дозволяє змінювати фізичні властивості води без зміни сольового складу, що зберігає якості питної води без втрат необхідних хімічних елементів. При електромагнітній обробці спостерігається

невелике зменшення величини рН за рахунок її підкислення вугільною кислотою, змінюється електропровідність, зменшується поверхневий натяг.

Для проведення досліджень по покращенню властивостей природної води шляхом електромагнітної обробки води була створена експериментальна установка, схема якої наведена на рис. 3.2 [119]. Вода із ємності 1 насосом 2 перекачувалась по мідній трубі 4 діаметром 60 мм. Під час руху вода проходила через намагнічувач 3.

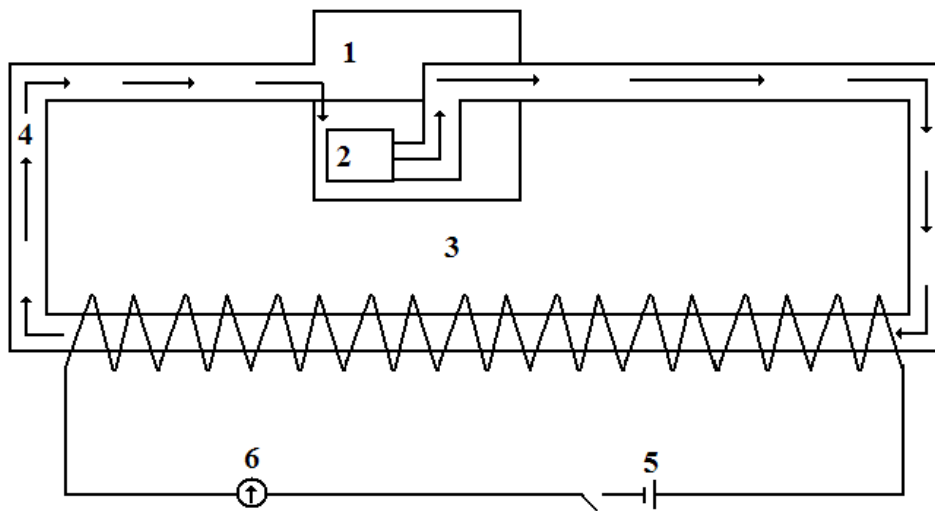


Рисунок 2.2 – Експериментальна установка для електромагнітної обробки:
1 – ємність; 2 – насос; 3- катушка намагнічувача; 4 – труба циркуляції води; 5 – електричний ключ; 6 – електричний регулятор

Для експериментів відбирались проби води із різних джерел водопостачання. Температура води при дослідженнях складала 20°C . Стенд обладнаний амперметром постійного струму на максимальне значення 15 А та вольтметром постійного струму на максимальну напругу 50 В.

Швидкість потоку рідини визначали по її витраті

$$V = \frac{Q}{S},$$

де Q – витрата, $\text{м}^3/\text{сек}$;

S – площа перерізу труби, м².

Силу, що намагнічує, контролювали по величині напруги, вимірюваної вольтметром

$$IW = \frac{U}{R} \cdot W,$$

де W – число витків котушки.

Обробка води проводилась наступним чином: вода циркулювала по трубі на протязі 3 год., проходячи через намагнічувач. Потім проводилося охолодження води й відстоювання протягом 30 хвилин. Після цього вода передавалася на аналізи.

Досліджувались фізичні та хімічні показники води: колір, запах, електропровідність, загальна кількість розчинених речовин, в'язкість, поверхневий натяг, мутність, жорсткість, рН, вміст іонів Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , фосфатів, нітратів.

2.5 Методика обробки результатів експериментальних досліджень.

Оцінка впливу похибок замірів на результати досліджень

Планування експерименту, постановка завдання дослідження і отримання результатів пов'язані безпосередньо зі зміною різних величин. Під час проведення дослідження спостерігається наявність похибок на різних стадіях його проведення.

Якість засобів і результатів вимірювань прийнято характеризувати зазначенням їх похибки. Висока точність використовуваних приладів для вимірювання – одна з основних вимог проведення достовірного експерименту [120].

Визначення похибки вимірів та результатів розрахунку основних характеристик експериментального стенду базується на загальноприйнятих методиках та рекомендаціях [121, 122] щодо проведення інженерного експерименту та обробки отриманих даних.

Для визначення оптимальної кількості дослідів та досягнення найвищого ступеня точності й достовірності отриманих результатів, а також обробки цих результатів використано методи математичної статистики [121, 123].

У ході проведення експерименту можливе виникнення двох родів помилок – випадкової та систематичної.

Випадкова помилка зменшує точність результатів експерименту. Аналіз такого роду помилки можливий за умов використання середньоквадратичного відхилення σ , що обчислюється за такою формулою [124]

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}, \quad (2.1)$$

де \bar{x} – середнє арифметичне значення; x – значення одиничного параметра; n – число вимірів.

Найбільша можлива помилка окремого виміру визначається за правилом трьох сигм [120]

$$\Delta = 3\sigma. \quad (2.2)$$

Двосторонній довірчий інтервал середнього арифметичного значення ε визначали за залежністю [120] за умови ймовірності його потрапляння в довірчий інтервал 95%

$$\varepsilon = t_p \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (2.3)$$

де t_p – критерій Стьюдента.

Середньоквадратична похибка непрямих вимірів [120]

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x} \cdot \Delta \cdot x_i \right)^2}, \quad (2.4)$$

де $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Точність отриманих рівнянь регресії визначена за методикою найменших квадратів [120, 125].

Систематична помилка зміщає однаковою мірою всі показники величин, які контролюються в ході проведення експерименту. Для виключення помилки такого роду всі прилади, що використані в ході дослідження, пройшли тарування за допомогою зразкових приладів в умовах проходження експерименту. При цьому погрішність вимірів визначалася класом точності засобів виміру.

Висновки до розділу 2

1. З метою встановлення факторів, які впливають на екологічну безпеку районів проведення військових дій, розглянута географічна характеристика району досліджень.

2. Описані методи дослідження стану природних комплексів на територіях, порушених в результаті в Іраку.

3. Описані методики дослідження стану ґрунтів та вод на порушених територіях.

4. Розроблено конструкцію лабораторного стенду для вивчення ефективності електромагнітної обробки води.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА РЕЛЬЄФ, ҐРУНТИ ТА ВОДНІ РЕСУРСИ ІРАКУ

3.1 Дослідження рельєфів, порушених у ході воєнних дій

З метою вивчення особливостей впливу воєнних дій на природні комплекси й оцінки характеристик їх змін були проведені польові дослідження й спостереження на 30 стаціонарних експериментальних майданчиках. Райони дослідження охопили існуючі в межах Іраку зони, що відрізняються як у геологічному - геоморфологічному, так і в ґрунтово-рослинному відносінах.

У межах цієї території з урахуванням особливостей впливу воєнних дій на природне середовище були виділено 3 основних райони (рис.3.1) . Перший район – південь Іраку від Перської затоки до Багдада; другий район центральний – від Багдада до Тикрита; третій район – північ Іраку – від Тикрита до кордону з Туреччиною. На території кожного із цих районів велися різні види бойових дій: на території першого й другого району - бойові дії сил антиіракської коаліції, на півночі країни – бойові дії сил опору й терористичних організацій. Це визначає ступінь порушеності ландшафтів. Перша ділянка піддалася найбільш максимальному впливу в ході проведення воєнних дій.

Як показують матеріали польових спостережень, основними факторами воєнних дій, що вплинули на ґрунт є: утворення густої мережі воронки від розривів авіабомб, артилерійських снарядів і мін; будівництво оборонних ліній, укріплень, траншей і бліндажів, а також використання важкої техніки й ін. Утворення смітників, пустищ і захаращених ділянок, розповсюджених з певною густотою в межах усієї території, викликане бойовими діями по ряду ділянок, також є істотним. Таким чином, на значній території країни сформувалися порушені ділянки, що відрізняються одна від одної як за формою прояву, так і за глибиною і масштабом порушення.

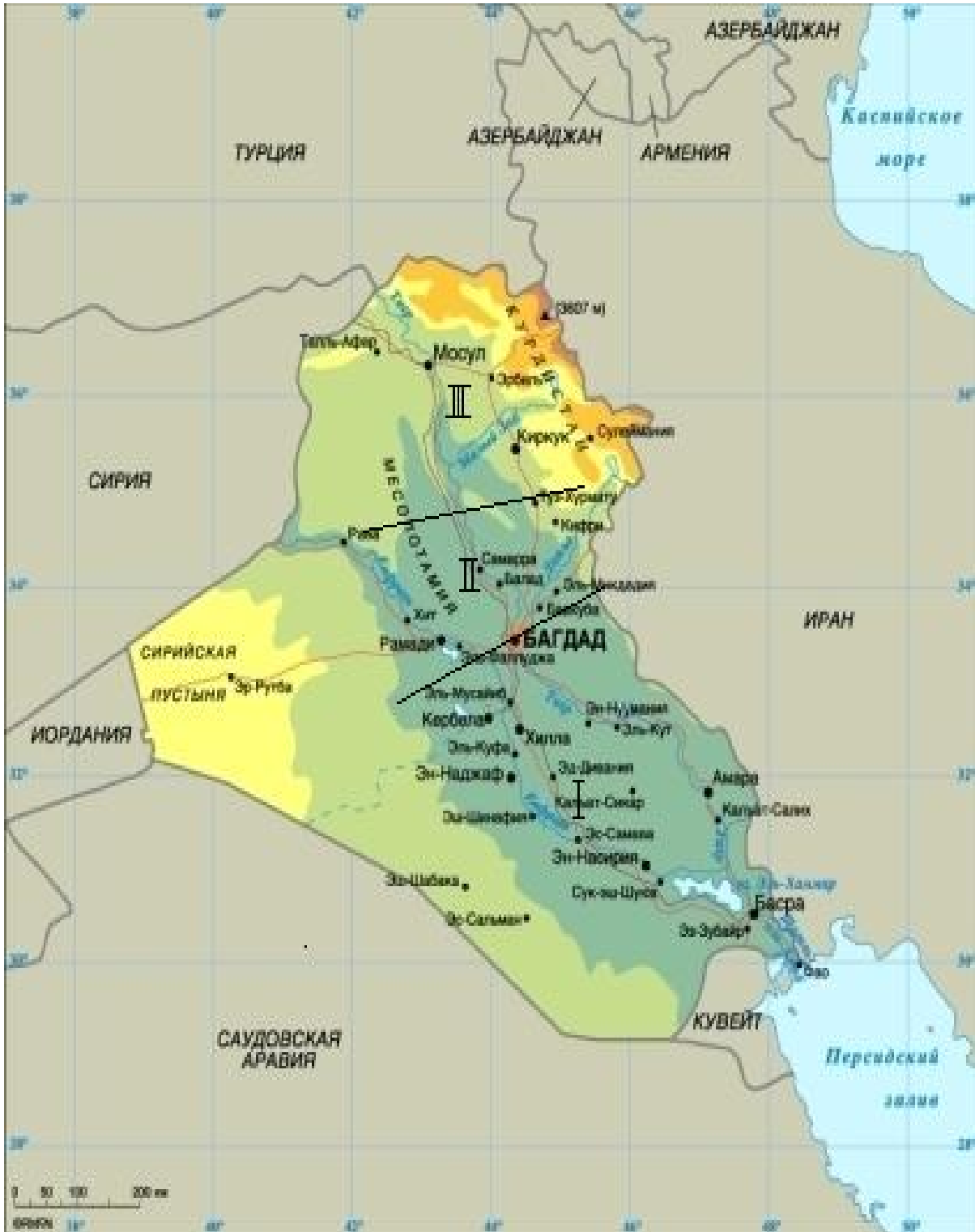


Рисунок 3.1 – Районування території Іраку в залежності від інтенсивності впливу воєнних дій

Особливості їх впливу на стан природного середовища наведено в таблиці 3.1. З табл.3.1 видно, що виділені фактори, пов'язані з бойовими діями, які впливають на природне середовище, аналогічні таким і по інших територіях. У той же час, масштаби їх впливу локальні, однак, по характеру й наслідкам вони істотні.

Таблиця 3.1 – Фактори впливу на природне середовище Іраку

№ з.п	Види впливу	Наслідки	Еколого-економічний збиток
1	2	3	4
1	Воронки, окопи, бліндажі, оборонні лінії	Порушення ґрунтового покриву, водно- фізичних властивостей, знищення й формування похованих горизонтів ґрунту, знищення рослинності.	Зміна рельєфу, ерозія й виснаження ґрунтів, зменшення біорозмаїття
2	Вплив різних військ (танкові, авіація й ін.)	Ущільнення ґрунтів, знищення рослинності, розливи палива, шумове забруднення	Забруднення ґрунтів, водних об'єктів і атмосфери
3	Мінування значних територій	Виключення з обороту сільгоспугідь, лісових площ, різке зниження рекреаційної значимості ландшафтів	Неможливість проведення сільгоспробіт, загибель людей, худоби
4	Бомбардування й артобстріли	Формування порушених територій. Утворення пустищ і територій, захаращених залишками озброєння	Порушення стійкості ґрунтово-рослинного покриву. Знищення окремих видів рослин і тварин
5	Окупація території	Руйнування міських ландшафтів, агроценозів, пам'ятників природи, заповідників і ін.	Руйнування промислових об'єктів і об'єктів інфраструктури

1	2	3	4
6	Терористичні акти	Підпал нафтових свердловин, вибухи	Руйнування промислової інфраструктури, забруднення ґрунту, води, атмосфери

До негативних наслідків, що сформувалися в результаті воєнних дій на території Іраку, слід віднести:

- корінну перебудова поверхневих горизонтів ґрунтів;
- ущільнення ґрунтів у районах впливу транспортних засобів;
- хімічне й радіаційне забруднення території;
- деградація природньої рослинності;
- руйнування системи землеробства й порушення агрофітоценозів;
- утворення мінних полей, ділянок із снарядами, що не розірвалися;
- виникнення пустищ і захаращених територій, а також вилучення з обороту на тривалі строки земельних угідь;
- безпосереднє руйнування об'єктів промисловості, інфраструктури й ін.

У якості одного з основних оціночних показників використовували ступінь порушеності територій. При виділенні порушених територій як критеріїв прийняті: концентрація типів порушених ділянок, які сформувались залежно від інтенсивності впливу техніки, складування боєприпасів, розміщення військ, бойових дій і ін. Для аналізу просторової порушеності природних ландшафтів використаний показник щільності порушеності об'єктів на одиницю площі [92]:

$$P = \frac{\sum f_i}{F},$$

де P - показник порушеності територій;

f - одиничні об'єкти в даній сукупності (воронки, бліндажі або ін.);

F - площа ділянки (району).

Крім того, були враховані показники, що відбивають характер цілісності

ландшафтів, з виділенням непорушених (<1%), слабо порушених (1-5 %), порушених (5-25 %), сильно порушених (25 - 50 %) і надмірно порушених (>50 %) територій [126].

Відповідно до прийнятих показників, наведених у табл. 3.2, непорушені території (I) займають 1/3 частини республіки. Це територія пустелі й гір.

Слабо порушені (II) території представлені на території другого й третього району. Вони зазнали впливу розривів авіабомб і обстрілів з різних видів зброї, які сприяли утвору численних воронок з "крапковим" характером розташування. Крім того, на території другого району залишилася величезна кількість ушкодженої техніки, яка захаращувала порушені ділянки. Дії повстанської армії також привели до порушеності територій. Прикладом служить північ Іраку де повстанці використовували типову партизанську тактику: мінометні обстріли, дії снайперів, атаки смертників на замінованих автомобілях або з поясами з вибухівкою. Розміщення окупаційних військ також привело до проявів негативних змін у ландшафтах, що проявляється в деякій пригніченості природної рослинності.

Порушені території (III) поширені в районах м. Тикрит, а також Мосул, Фаллуджи, провінціях Аль-Анбар, Дияла. Основним фактором впливу було зосередження військових формувань, ведення партизанської війни. На значній території екосистеми піддалися істотним змінам, чому сприяють розміщення мінних полів, будівництво споруд і ін. При цьому ослаблене відтворення природних фітоценозів.

Сильно порушені території (IV) виділені в межах першого району, де воєнні дії велися найбільший період та точково в інших районах. Тут представлені всі типи порушених ділянок, у їх числі значні площі заміновані. Скорочення видового складу й ареалу типової рослинності, наявність порушених і оголених ділянок сприяли активному впровадженню синантропних видів. Ґрунт місцями змитий, виявляється активізація процесів ерозії. В умовах посиленого впливу на компоненти природного середовища виявляється збереження негативних

тенденцій, у тому числі відбувається виснаження біорозмаїття й урожайності рослин.

Надмірно порушені території виділені нами в межах околиць мухафаз Багдад і Басра, м. Мосул. Тривалий обстріл із усіх видів зброї, пересування військ, наявність маси ушкодженої техніки, замінованих територій вплинули на всі компоненти ландшафту. При цьому сформувався характерний беллигеративний ландшафт. На цих ділянках природня рослинність, в основному, скоротилася, відрізняється від первісної як по видовому складу, ареалі, так і біопродуктивності. Велика роль синантропних видів. Ґрунтові горизонти оголені, зустрічаються насипні ґрунти. Відновлення їх можливе тільки при корінній рекультивації.

На підставі аналізу основних характеристик, що відбивають специфіку й масштаби порушення природних і природно-господарських комплексів, можна зробити висновок про те, що сильно порушені й надмірно порушені території займають найбільші площі в межах півдня країни: мухафаз Багдад, Дияла, Бабиль, Кадисія, Ди-Кар, Басра. Для них характерне ущільнення ґрунту в зоні інтенсивних бойових дій, руйнування ґрунтових обріїв, деградація й знищення рослинності від вибухів і впливу техніки, руйнування промислових і рекреаційних об'єктів, спустошення населених пунктів і ін. Порушені й слабо порушені території розташовані частково в межах мухафаз Аль-Анбар, Діяла, Кадисія, Ніневія, де в різному ступені були ушкоджені як ґрунтовий покрив, так і рослинний. З урахуванням ступеня порушеності ґрунтів межах Іраку, сукупності виділених факторів автором складена карта - схема, що відбиває просторову диференціацію територій по ступеню порушеності (рис.3.2). Як видно з рисунка, територія, на якій спостерігалася найбільша порушеність ґрунту, головним чином, охоплює південь Іраку, значно проникаючи вглиб по долинах рік. Вона займає більш 1/3 частини республіки.

Таблиця 3.2 – Характеристики порушеності територій і екосистем у результаті воєнних дій

№ з.п.	Ступінь порушеності	%	Категорія	Показник порушеності, характеристика екосистем
1	Непорушені	0	I	Вплив відсутній, або дуже слабкий; природні комплекси не порушені.
2	Слабко порушені	5	II	Вплив незначний. Рідко зустрічаються воронки й оборонні укріплення. Природна рослинність злегка подавлена.
3	Порушені	25	III	Вплив був нетривалим. У цих районах складувалися боєприпаси, розміщалися війська й велися навчання. Екосистеми піддалися змінам.
4	Сильно порушені	50	IV	Вплив тривалий. У результаті безпосередніх бойових дій природна рослинність змінена. Активне впровадження синантропних видів. Ґрунт місцями змитий у результаті ерозійних процесів, відбувається розвиток яружної ерозії. Є сільськогосподарські угіддя, що випали з господарського обороту.
5	Надмірно порушені	>50	V	Вплив тривалий. Територія представлена лінією фронту. Екосистеми піддалися корінній зміні, ареал природної рослинності скоротився на 50 %, місцями вона похована. Активне зниження видового складу й біопродуктивності, рослинних угруповань і тваринного світу, поширення синантропних видів. Ґрунтовий покрив оголений на великій площі й еродований.

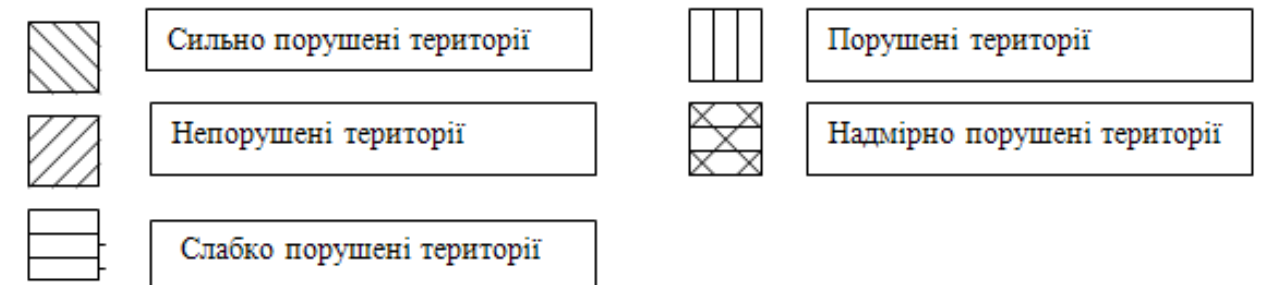
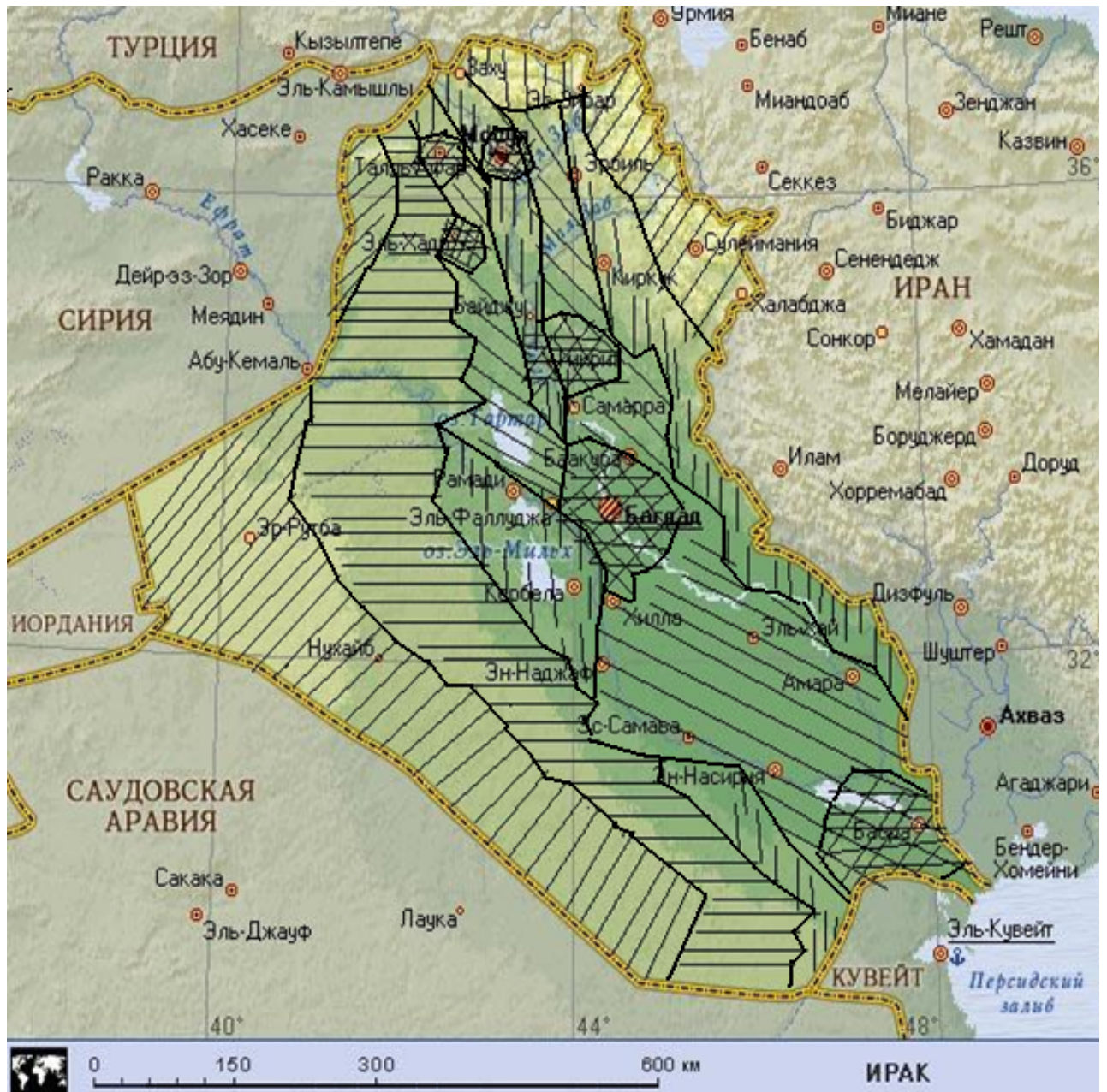


Рисунок 3.2 – Схема порушених територій Іраку

Основною особливістю, що обумовила таке розміщення порушених ділянок, є зручність даної території для проведення воєнних дій, сприятливий рівнинний рельєф місцевості, відповідно й доступність тих або інших районів важкій військовій техніці. Крім того, ця частина країни густозаселена й на ній зосереджені головні міста, промислові й військові об'єкти. Тому основною метою супротивника було завоювання стратегічних ділянок, що мають важливе господарсько-економічне значення.

Одним з районів Іраку, де найбільше повно й всебічно розкриваються наслідки війни, є територія, розташована в провінції Ніневія. Тут деградація ландшафтів включає весь комплекс негативних змін природних компонентів (в основному ґрунтів, рослинності, тваринного світу). У результаті цього знизився потенціал біологічного самовідновлення й здатність до самоочищення. Різко погіршилися умови проживання населення.

Відповідно до цього, зазначена територія обрана автором у якості експериментальної. Загальна площа досліджуваної території становить 36 тис.км². На ній була проведена зйомка, розміщені місця польових спостережень і велися тривалі польові спостереження (з 2008 р. по 2011 р.). На підставі цього встановлені основні характеристики, що відбивають характер порушеності територій, тенденції зміни природних і природно-антропогенних комплексів. Як видно з рисунка 3.3, експериментальний район представлений усіма типами порушених територій і ділянок, по стану яких можна судити про ступінь впливу тривалого військового конфлікту.

На підставі аналізу вихідної інформації виділені території з різним ступенем порушеності, які характеризуються на підставі використання критеріїв, наведених в таблиці 3.2. Слабко порушені території (II) розташовуються на західній границі провінції. В основному це верхній шар підстилаючі ґрунтів. Менше за інших піддалася впливу порушеності зона, де дотепер збереглися мінні поля.

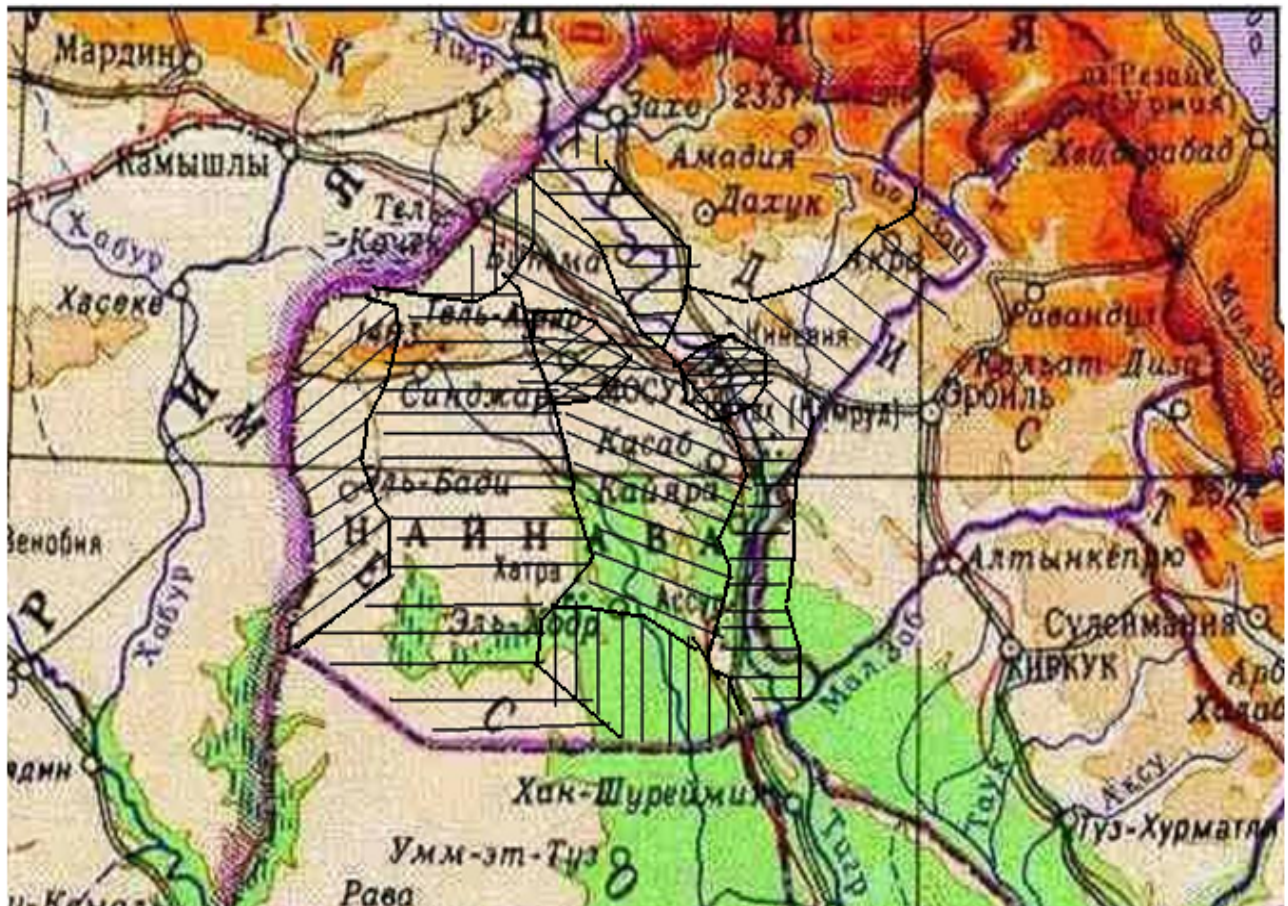
Порушені території (III) займають більшу частину досліджуваного району, до кордонів із махафазами Дахук і Ербиль. На цій території налічується

найбільша кількість воронки різних розмірів. Є густа мережа колій, прокладених технікою, і ділянки з вивернутим ґрунтом. На території знаходиться значна кількість бліндажів із залізобетонних конструкцій. У ході бойових дій, ця територія, в основному, обстрілювалась різними видами зброї. Повсюдно спостерігається порушення ґрунтового покриву з похованими обр'їями й насипами. Рослинність видозмінена. Велика участь синантропних видів. Зустрічаються екземпляри дерев, що висохли в результаті прямого влучення снарядів.

Сильно порушені території (IV) розташовані на околицях міста Мосул. У зв'язку з тим, що тут розміщалися основні сили терористичної організації «Аль-Каїда», ця територія постійно обстрілювалась іракськими силами безпеки. Збройні сили Туреччини також розгорнули наземну й повітряну операцію на півночі Іраку у відповідь на дії курдських терористів. Основний вплив чинила важка техніка при будівництві оборонних ліній і траншів. Є майданчики, вирівняні бульдозером, сліди транспорту, а також укриття для танків.

Тут різні як по виду, так і масштабах впливу, фактори сприяли корінному перетворенню ландшафтів, у т.ч. оголенню ґрунтових обр'їїв, утворенню еродованих ділянок, зниженню рівня ґрунтових вод, висушуванню схилів, і надалі, привели до процесів вторинної деградації природних комплексів. Це супроводжувалося загибеллю природньої рослинності з наступним проникненням експлантів. Останні здатні дуже швидко заселяти нові екотопи, які в більшості є бур'янево-рудеральними.

Надмірно порушені території (V) поширені локально в межах міст. Їхнє утворення пов'язане з корінним порушенням ґрунтів, відсутністю рослинності, розвитком процесів ерозії. Дана територія досить повно відбиває специфіку деградації природних комплексів і одночасно початкові стадії відбудовних сукцесій по синантропних видах, що впроваджуються.








	Сильно порушені території		Порушені території
	Непорушені території		Надмірно порушені території
	Слабко порушені території		

Рисунок 3.3 – Схема порушених територій у провінції Ніневія

У межах зазначеної території по специфіці й масштабам впливу в цілому були виділені наступні типи порушених ділянок: воронки, лінії укріплень, бліндажі й траншеї. З урахуванням охоплення територій тими або іншими видами порушень були встановлені параметри порушених ділянок (табл.3.3).

Як видно з таблиці 3.3, найбільша площа порушених територій зайнята воронками, які становлять 64% від загальної площі. Лінії укріплення сумарною довжиною 1566 м займають 20%, бліндажі - 11%, траншеї - 5% від загальної площі. Воронки зустрічаються повсюдно, вони розкидані в долині ріки, де їх максимальна глибина досягає до 1 м, а радіус 1,6 м. На терасах їх глибина становить від 1,2 м до 1,4 м при радіусі до 2 м. Дія артилерії й авіації виражалася не тільки в утворі воронок після вибуху, але й у зміні ґрунтів, зокрема, в ущільненні глинистих порід.

Лінії укріплення збереглися добре. Їхня максимальна глибина досягає 3 м, ширина по дну – 2 - 3 м, по верху 3 - 5 м, при крутості схилів 30-40°. Одним з негативних факторів, що збереглися й донині, є скупчення залишків величезної кількості гільз автоматично-стрілецької зброї. У межах ліній укріплення на майданчику площею 10 м² у верхньому шарі ґрунту було знайдено до 17 кг гільз, а в місцях використання інших видів зброї загальна маса гільз становила 400 кг. Бліндажі також добре збереглися, що багато в чому пояснюється капітальністю їх будівництва. При будівництві бліндажів використані крім піску, глини і суглинків, залізобетонні плити, а також дерев'яні балки. Іноді пряме влучення снарядів у бліндажі приводило до їхнього повного або часткового руйнування, у результаті використовувані при будівництві матеріали були перемішані із шаром ґрунту. Глибина бліндажів досягає 2,5 м, ширина 3 м, висота насипу становить 0,8 м.

Траншеї й укриття для бойової техніки являють собою ділянки із сильно порушеним ґрунтовим горизонтом. Їхня максимальна глибина досягає 3 м, ширина по дну 3 - 4 м, по верху 6 - 8 м, крутість схилів – 20 - 35°. Повному руйнуванню й знищенню піддалися в межах траншей ґрунт й рослинність. У зв'язку із цим інтенсивно протікають ерозійні процеси.

Таблиця 3.3 - Характеристика порушених ділянок у зоні воєнних дій

№ з/п	Типи порушених ділянок	Загальна площа, (%)	Кількість (шт.)	Протяжність, м	Радіус, м	Максимальна глибина, м	Максимальна ширина, м
1.	Воронки	64	58		3	1,80	
2.	Лінії укріплення	20	15	1566		3	5
3.	Бліндажі	11	12			2,5	3
4.	Траншеї	5	4	280		3	8

Слід зазначити, що докладно розглянуті автором райони дослідження розкривають ті особливості, які мають велике значення при оцінці тих змін (сучасних і перспективних), які можуть спостерігатися в природнім середовищі в умовах пасивного й інтенсивного впливу господарської діяльності людини, у тому числі в обґрунтуванні й проведенні рекультивації порушених територій.

Докладно описані території в цілому відрізняються друг від друга не тільки особливостями фізико - географічних умов, але масштабами й специфікою впливу бойових дій. Докладне вивчення характеристик просторової різноманітності геокомплексів, а також охоплення всієї порушених територій країни маршрутними (радіальними) вимірами, і спостереженнями дозволили досить докладно здійснити оцінку масштабів екологічного збитку, нанесеного війною Іраку. Проведення тривалих спостережень і виявлення характерних змін у природнім середовищі (самовідновлення рослинних угруповань, розвитку ерозійних процесів, зсувів і ін.) дозволяють обґрунтовано вибрати конкретні прийоми й методи по активізації відбудовних процесів і мінімізації витрат, необхідних на відновлення ландшафтів на порушених землях.

3.1.1 Вплив матеріальних залишків воєнних дій на стан природних комплексів

До різноманітних військових змін, що виявляли негативний вплив на навколишній середовище у умов мирного часу, відноситься також збереження великих замінованих просторів, накопичення снарядів, що не розірвалися. Вони є одним із серйозних видів екологічного збитку й відносяться до матеріальних залишків воєнних дій.

Із застосовуваних бомб, снарядів і мін близько 5-10% по різних причинах не вибухають [127]. За оцінками експертів ООН у результаті воєнних дій на території 62 країн у землі перебуває понад 100 млн. мін та інших снарядів, що не розірвалися. У найбільшій кількості, як вважається, вони знаходяться на територіях Анголи, Мозамбіку, Камбоджі, Афганістану. Очищення мінних слідів, залишених минулими війнами, вимагає навіть за наближеними оцінками не менш 8,5 млрд. доларів [50].

Якщо взяти до уваги те, що у останній війні у В'єтнамі США застосували 230 млн. бомб, а також мільйон ракет й гранат, то кількість боєприпасів, що не розірвалися, складає десятки мільйонів.

Зібрані експертами дані переконливо показують яких величезних масштабів сягає ця проблема.

На території Іраку за час воєнних дій були заміновані відносно невеликі площі. Більшість мінних полів дотепер залишаються нерозмінованими і являють реальну загрозу для населення. Крім того, вони створюють значну напруженість у господарсько-економічному відношенні тому, що залишаються небезпечними для сільськогосподарських і інших робіт.

На території країни залишено більш 50 тис. мін. У той же час, серйозною перешкодою є недолік інформації, тому що на початку війни (близько 3-х місяців) кількість мін, їхнє місцезнаходження ніким не фіксувалися.

Площі мінних полів різні, у середньому на 100 метрів маршруту можна виявити близько 50 мін. Однак буває, що на площі навіть 3-5 м² можна виявити

близько 60 мін.

Ступінь впливу вище перерахованих мін різна, тому що вона залежить від кількості вибухівки, яка них міститься (від 100 г до 7 кг). Відзначимо, що вибух протипіхотної міни приводить до серйозних порушень ґрунтового покриву в радіусі декількох десятків см, протитанкові міни руйнують обрії ґрунтового покриву в радіусі до одного метра й більш. При цьому, на даній ділянці гине рослинний покрив.

Один з важливих проблем є знищення снарядів, що не розірвалися. Число бомб по всій території Іраку значне, але немає достовірної інформації, про точну кількість. Застосовувалися авіабомби вагою 100 кг, 250 кг і 500 кг, при вибуху яких радіус поразки досягав 1 км.

Мінування значних територій викликає наступні наслідки: виключення з обороту сільськогосподарських угідь, лісових площ і ін. Воно різко знижує рекреаційну значимість ландшафту, порушує ґрунтовий покрив і викликає загибель рослин. Неможливо чітко визначити масштаби збитку, який наноситься навколишньому середовищу в цьому випадку.

Залишаючись після воєнних дій вимушеними заказниками мінні поля, з одного боку, представляють "поля смерті" для людей і тварин, з іншого сприяють збереженню рідких видів рослин.

Ще однією важливою проблемою Іраку є звалища покинутої техніки, різних видів озброєння, які є джерелами радіоактивного випромінювання, що обумовлено застосуванням снарядів зі збідненим ураном. Усі ці фактори приводять до виникнення навантаження на навколишнє середовище й порушення екологічної рівноваги.

3.2 Дослідження ґрунтів у зоні воєнних дій

У районі виділяються два основні генетичні типи рельєфу: 1) аккумулятивний, добре виражений по долині р. Тигр, де прослідковуються аккумулятивні тераси, місцями сильно розмиті; 2) горбкувато - рівнинний рельєф.

Ґрунтовий покрив на досліджуваній території розвинений слабо. Він представлений розвиненими піщаними ґрунтами, що сформувалися на добре дренованому піщано-галечниковому аллювії. Ґрунти характеризуються слабо вираженою підстилкою, складаються з осаду, який майже не розклався. Гумусовий обрій чорно-сірого або темно-бурого кольору, неміцної комковатої структури, виражений добре й досягає потужності 10-20 см. Горизонти, які лежать нижче безструктурні, переходи між ними різкі. Ґрунт піщанистого механічного складу, високо (6,8-15,6%) і глибоко гумусований.

Систематизація й узагальнення наявних відомостей дозволили встановити, що до негативних впливів на ґрунтовий покрив у результаті воєнних дій слід віднести:

- ослаблення, припинення природних ґрунтоутворювальних процесів;
- знищення (зняття, поховання) природних ґрунтів;
- ущільненість - підвищення й порушення природньої структури;
- посилення сезонного висихання;
- зниження водопроникності;
- посилення денудації, ерозії;
- забруднення токсичними речовинами;
- наявність включень техногенних залишків (гільз, осколків);
- зміна кислотно-лужного балансу;
- зміна фізико-механічних властивостей ґрунтів.

При виборі контрольних майданчиків урахувалися фізико-хімічні властивості ґрунтів, їх відстань від порушених ділянок і ступінь антропогенного впливу.

З урахуванням вище перерахованих вимог були обрані контрольні

майданчики. Для порівняння й визначення ступені порушеності ґрунтового покриву на ушкоджених ділянках були закладені розрізи 1а, 2а, 3а, 4а, які були розташовані на схилах оборонних ліній, траншей і бомбових воронок. Дані аналізів механічного складу зразків ґрунтів по генетичних горизонтах на непорушених і порушених ділянках наведено в таблиці 3.4 [128].

Механічний склад ґрунтів - важливий екологічний показник, який визначає ступінь фільтраційної й водоутримуючої здатності. З даних, наведених в таблиці 3.4. випливає, що досліджувані ґрунти, зокрема, каштанові ґрунти на непорушених ділянках по всьому профілю характеризуються більшим вмістом фізичної глини (часток $<1 <0,01\text{мм}$). Показник фізичної глини становить від 52,1% до 85,1%. Істотна різниця між ґрунтами порушених і непорушених різновидів відсутня.

Істотним показником, що відбивається на механічному складі ґрунту, є захаращеність. На значних територіях дотепер зустрічаються залишки кинutoї техніки, гільз, відходів від діяльності самих збройних формувань, зруйновані будинки й ін. При цьому частина ґрунтів відрізняється по кількості й складу включень (гільз, бетону, скла) і іншим показникам. Це є однією з відмінних рис, характерних для порушених ґрунтів. Негативні фактори викликають пригнічення росту або загибель рослин. У таких випадках проникнення коріння углиб профілю обмежене. Відзначається проникнення коріння на глибину по тріщинах і уздовж поверхонь ґрунтових агрегатів, де механічний опір менше.

Виходячи з даних проведених досліджень можна зробити висновок, що на непорушених ділянках відзначається збільшення питомої ваги із глибиною, у той час як на порушених питома вага із глибиною змінюється в істотних межах, що відбиває наявність похованих об'єктів.

Таблиця 3.4 - Характеристика ґрунтів за зразками, узяними з порушених і непорушених ділянок

№ з/п	Назва ґрунтів	Глибина відбору проб, см	Гігроскопічна вода	Фракції, %			
				1-0,25 мм	0,25- 0,05 мм	0,05 -0,01 мм	менше 0,01 мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1a	Каштанові	12/6	4,6/1,1	0,4/2,8	9,6/17,1	24,5/19,1	65,5/61,1
		65/12	4,9/1,1	0,9/1,98	8/1,1	25,2/15,6	65,9/71,3
		105/60	5,3/1,1	0,2/1,8	7,9/11,8	28,4/15,3	63,5/71,2
		145/100	5,6/1,1	0,7/0,2	9,5/8,4	6,3/16,4	79,5/75,1
2/2a	Каштанові	10/2	4,9/1,1	0,6/1,9	9,7/12	27/12,6	62,7/73,4
		70/30	4,9/1,1	1,1/2,1	6,6/8,8	26/21,9	66,3/67,1
		100/60	4,4/1,1	0,6/1,5	10,9/7,5	25,4/21,2	62,9/69,6
		140/115	4,7/1,1	1,8/2,7	11,9/8,7	22,2/16,5	64,1/71,8
3/3a	Каштанові	10/6	-/1	2,1/3,2	8,5/7,4	30,1/24,7	59,3/64,5
		35/48	-/1,1	0,7/4,8	3,7/12	27,3/29,9	68,3/53,1
		55/100	-/1	1/1,9	2,7/12,5	25/14,4	52,1/70,9
		80/100	-/1	1,1/13,2	1,2/8	25/14,3	72,7/54,3
4/4a	Алювіальні	10/1	-/1	2,2/44,5	4/37,7	15,6/8,9	79,5/8,7
		30/7	-/1	2,9/29,5	1,2/51,2	16/10,2	85,1/9,1
		50/15	-/1	0,6/68,8	4,2/25,1	15,7/1,7	53,7/4,2
		90/20	-/1	1,4/10,6	0,8/38,1	12,7/27,5	65,3/23,7

Примітка: у чисельнику показники непорушених горизонтів, у знаменнику – порушених горизонтів ґрунту.

Збільшення питомої ваги в нижніх шарах непорушених ділянок можна пояснити наступними причинами:

- 1) зменшенням кількості гумусу в цих шарах;
- 2) ілювіальним процесом, при якому з верхніх горизонтів речовини вимиваються й заповнюються пори нижніх шарів, внаслідок цього щільність ґрунту збільшується;
- 3) тиском верхніх горизонтів на нижні;
- 4) ослаблення дії ентомофауни.

Таким чином, за показниками фізичних властивостей між окремими різновидами ґрунтів непорушених і порушених ділянок виявляється різниця по механічному складу.

Щільність ґрунтів - один з важливих показників, який характеризує ґрунт тих або інших ділянок. Так, порушені ділянки відрізняються від непорушених високою щільністю ґрунтів або ж ущільнені. Цей показник відбиває здатність ґрунту накопичувати запаси вологи, необхідні для рослин. Як показують спостереження, сильне ущільнення обумовлює пригноблення, загибель рослин. Ущільнення ґрунту приводить до погіршення водно-фізичних властивостей. Через сильне переущільнення ґрунтів у шарі, де розташовується коріння рослин виникають умови, близькі до анаеробних, особливо в період дощів. У таких умовах сильно утруднюється ріст дрібного активного коріння деревних і трав'янистих рослин і порушується процес природнього поновлення.

Для розрізів 1а, 2а й 3а характерна підвищена ущільненість, що негативно впливає на інші параметри навколишнього середовища, для розрізу 4а - пухкий стан і гарна водопроникність. Механічний склад у межах порушених ділянок неоднорідний.

Гумус вважають головним показником родючості ґрунту, при цьому вміст гумусу в поверхневому обрії ґрунту, а головне, розподіл по ґрунтовому профілю й закономірне зниження його вмісту характерні для непорушених ділянок.

За даними, наведеними у таблиці 3.5, можна простежити зміну вмісту

гумусу на непорушених і порушених ділянках.

Кількість гумусу в поверхневих горизонтах на непорушених ділянках розрізів 1, 2, 3, 4 невелика, відповідно 3,4%; 3,7%; 2,1%, 3,3%. Вміст гумусу в більш низькому горизонті знижується відповідно до 2,3%, 2,7%, 1,9%, 1,4%. Якщо зіставити вміст і розподіл гумусу в профілях розрізу 1а, 2а, 3а, 4а з вище перерахованими розрізами, то помітно, що він значно скоротився. Верхня насипна товща розглянутих ґрунтів дуже слабо гуміфікована. Проникнення гумусу неглибоке, різко зменшується із глибиною, потім на глибині 80-100 см збільшується. Це викликано тим, що горизонти, які лежать вверху в результаті будівництва оборонних укріплень виявилися засипаними.

Невеликий вміст гумусу і його зниження по ґрунтовому профілю показує низьку родючість досліджуваних ґрунтів.

Відомо, що реакція ґрунтового розчину залежить від співвідношення в ньому концентрації іонів водню (H^+) і іонів гідроксиду (OH^-) і може бути нейтральною, кислою й лужною.

Потенційна реакція ґрунтового розчину (рН) на непорушених ділянках у розрізах 1, 2, 3,4 коливається від слабокислої до нейтральної (рН 5-7). На порушених ділянках реакція ґрунтового розчину збільшується в розрізі 1а (рН 6,7-7,3) від слабокислої до слабколужної, у розрізі 2а (рН - 7,3) слабколужна. Сильна кисла реакція була виявлена в насипній товщі ґрунту розрізу 3а, де спостерігалася тенденція до підкислення реакція ґрунтового розчину (рН 3,1-3,4). Активна кислотність ґрунту безпосередньо впливає на ріст рослин і життєдіяльність мікроорганізмів. Найбільш сприятливою для росту й розвитку більшості сільськогосподарських культур є слабокисле, нейтральне й слабколужне середовище. Чим нижче значення рН ґрунтового розчину, тим більше шкідливу дію виявляє активна кислотність (рН 2,5-3,5) на рослини, а також лімітує розвиток мікроорганізмів, обумовлює низьку біологічну активність ґрунтів. За основними хімічними показниками ґрунтові горизонти порушених територій значно відрізняються від своїх природних аналогів.

Величина кислотності коливається в широких межах - від сильнокислих до лужних, але переважають ґрунти з нейтральною й слабким лужним середовищем. У більшості випадків реакція середовища порушених ґрунтів вище, ніж у природних. Дуже важливим критерієм хімічного перетворення ґрунтів порушених територій є наявність і межі варіювання рухомих форм калію й фосфору.

Рухомі форми фосфору й калію нерівномірно розподілені в насипній і похованій частинах ґрунту. У значній мірі ними збагачена нижня похована частина ґрунту. Кількість фосфору й калію сильно диференціюється по генетичних шарах по профілях порушених і непорушених ґрунтів. Так, вміст фосфору на непорушених ділянках у розрізах 1 і 4 - низький, а в розрізі 2, 3 - середній, тоді як у розрізах 1а, 2а, 4а - низький, а в розрізі 3а фосфор взагалі відсутній. Більш збагачений калієм розріз 1; забезпечені розрізи 2, 3; низькозабезпечений розріз 4. На непорушених ділянках така ж кореляція, за винятком 3а, 4а, де спостерігаються низькозабезпечені форми, тоді як розріз 1а середньозабезпечений, 2а – забезпечений.

Беллигеративні ландшафти, будучи найбільш динамічними й нестійкими системами, дуже вразливі до всякого роду деградацій і в першу чергу, до ерозійних процесів.

Так, військова ерозія виражається в змиві й розмиві ґрунтів. Ерозійні процеси, як правило, розвиваються по траншеях, ходах повідомлення, у воронках і бліндажах. До різних штучних рубежів військового характеру відносяться вали, тераси, канави, окопи, траншеї, рови, які є перешкодою на шляху поверхневого стоку, у межах яких також може розвиватися підземна ерозія [17].

Таблиця 3.5 - Хімічний склад зразків ґрунтів з порушених і непорушених ділянок

№ з/п	Назва ґрунтів	Глибина відбору зразків, см	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %	NO	NH	Загальний азот
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1/1а	Каштанові	12/6	5,6/6,7	7,5/2,1	10/9,6	3,4/2,6	-/0,3	-/2,8	0,18/2,51
		65/12	5,2/7,1	7,5/0,3	7,5/11,9	2,3/0,6	-/0,1	-/0,3	0,13/0,27
		105/60	5,2/7,2	7/1,1	8,7/12,6	1,2/0,4	-/0,1	-/0,6	0,08/0,53
		145/100	5,6/7,3	-/-	-/11,8	-/0,5	-/0,1	-/0,9	-/0,9
2/2а	Каштанові	10/2	5,2/7,2	11/2,2	11,2/16,5	3,7/1,6	-/0,2	-/1,1	0,2/-
		70/30	5/7,2	7,5/0,1	7,5/8,9	2,7/0,5	-/0,1	-/0,2	0,1/-
		100/60	5/7,3	6,5/0,4	8,7/8,1	1,1/0,5	-/0,1	-/0,2	0,1/-
		140/115	6,8/7,3	-/-	-/10,4	-/0,5	-/0,1	-/0,3	-/-
3/3а	Каштанові	10/6	5,2/3,3	13,5/-	17/5,7	2,1/2,1	-/0,2	-/2,4	0,1/-
		35/48	5/3,4	13/-	16/2,7	1,9/0,5	-/0,2	-/2,3	0,1/0,9
		55/100	5,6/3,4	12,6/-	16/4,3	1,7/0,2	-/0,1	-/0,8	0,1/0,7
		80/100							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4/4а	Алювіальні	10/1	6,2/7,1	4,3/0,7	25/4,8	3,3/1,1	-/0,1	-/1,2	0,1/1,1
		30/7	6,8/7,2	-/0,8	6,5/4,1	1,4/1,3	-/0,2	-/1,2	0,1/1,1
		50/15	6,9/7,3	-/0,6	2,5/2,7	1,3/0,4	-/0,1	-/0,2	0,1/0,1
		90/20	6,9/7,3	-/-	-/3,4	1,1/2,2	-/0,2	-/1,6	-/0,5

Примітка: у чисельнику показники непорушених горизонтів, у знаменнику – порушених горизонтів ґрунту.

Військова ерозія визначається не тільки відомими формами ерозії, але й особливими умовами, які формуються в беллигеративних ландшафтах. На них проявляється максимальний вплив військового фактора, що пов'язане із застосуванням сучасних видів зброї, утворенням густої мережі порушених територій. З ними зв'язана так само активізація яружної ерозії, яка являє загрозу втрати значної кількості використовуваних земель.

Таким чином, слід підкреслити те, що інтенсивність ерозійних процесів у досліджуваних районах обумовлена не тільки сприятливими природними умовами, такими як геолого-геоморфологічні й гідрометеорологічні, але й ступенем порушеності, інтенсивністю техногенного впливу. Останній виражається в порушенні, ущільненні, перемішуванні ґрунтових горизонтів, зміні водно-фізичних властивостей, знищенні рослинності, ґрунтової фауни природніх і антропогенних ландшафтів.

Деградація земель призводить до підвищення вразливості до засухи, скорочення пасовищ та лісових угідь, що є однією із найбільших проблем регіону. Від засухи зменшується різноманітність живих організмів, зникають цілі екосистеми, особливо страждають водно-болотні угіддя.

Вище описані процеси в беллигеративних ландшафтах більш динамічні, ніж у стабільних аборигенних ділянках, що знаходяться поруч. Це досить чітко відбиває присутність фактора різної мінливості компонентів природних комплексів при різних антропогенних навантаженнях.

3.3 Вплив воєнних дій на рослинні угруповання

Антропогенний вплив на природні екосистеми, що відбувається в результаті воєнних дій, приводить до значних змін природньої рослинності, а нерідко й до зникнення природних ландшафтів. Ці зміни можуть відбуватися як у результаті безпосереднього порушення, так і непрямым шляхом. Основними елементами безпосереднього негативного впливу воєнних дій є:

- знищення рослинності при будівництві окопів, протитанкових ровів, укріплених і оборонних ліній, тимчасових військових доріг;
- ушкодження й загибель рослин при бомбардуваннях і артобстрілах, використанні різної автомобільної й важкої техніки;
- штучно викликані пожежі;
- розсіювання гербіцидів і інших отрутохімікатів, радіоактивне зараження.

Непрямий вплив воєнних дій на рослинність виражається в зміні системи землеробства, зниженні або відсутності догляду як за посівами, так і за іншими антропогенними або природними рослинними співтовариствами і т.д.

Вплив воєнних дій відбивається на різних типах рослинності в різному ступені. Наприклад, високогірна й середньогірна рослинність у межах Іраку постраждала менше, у той час як урбанізовані ландшафти, екосистеми селітебних територій і прилягаючих районів виявилися порушеними найбільшою мірою.

Відомо, що природні екосистеми мають значний запас міцності (резистентності, пружності) до досить сильних порушень, що допомагає їм пережити періодичні важкі або гострі впливи, що порушують рівновагу. Тому екосистеми нерідко досить добре відновлюються після антропогенних порушень, у результаті природних відбудовних процесів. У той же час існує межа стійкості природних співтовариств, при перевищенні якої, самовідновлення екосистеми стає неможливим і необхідне втручання людини (рекультиваційні заходи).

Природні екосистеми, як правило, справляються з гострим антропогенним стресом, для якого характерний раптовий початок, інтенсивність і невелика тривалість порушень. Але хронічний стрес, при якому порушення невисокої інтенсивності довго тривають або часто повторюються, може привести до виражених і стійких негативних наслідків.

Відновлення рослинності після воєнних дій (гострий стрес) іде по типу прогресивної відбудовної вторинної сукцесії [129] у напрямку раніше

існуючих на місці порушень рослинних співтовариств (корінної рослинності). У випадку, коли до гострого стресу додається хронічний, приміром, посилений випас або ерозія ґрунтів, може повністю змінитися хід сукцесії й привести до дигресії рослинних співтовариств, або значно збільшиться тривалість сукцесії.

Відбудовна сукцесія після порушень, викликаних воєнними діями, по типу нагадує сукцесію на покладах і включає кілька стадій - на першій стадії порушений субстрат заселяють однолітники (бур'яниста стадія), потім на зміну їм приходять рудеральні високорослі багатолітники, які поступово змінюються природними (апофітними) видами. Серед піонерів відбудовної сукцесії завжди дуже багато заносних видів.

На ушкоджених ділянках з моменту припинення війни ніяких істотних відбудовних процесів не відбулося, за винятком часткового заростання малоцінними видами.

На порушених ділянках в ґрунтах знизився змісту калію й фосфору. При цьому спостерігалось збільшення кислотності ґрунту, що може викликати зміну в ґрунтовій мікрофлорі й фауні, що негативно позначиться надалі на можливості виростання *аборигенних* рослин і на родючості сільськогосподарських угідь. Знищення поверхневої підстилки, переущільнення й утворення похованих горизонтів сприяють прискоренню ерозійних процесів. На таких ділянках виявляється збідніння ґрунтів, зниження вмісту гумусу. Таким чином, збиток від ерозії ґрунтів залежить як від зносу родючого шару ґрунтів, так і скорочення чисельності ґрунтової фауни. Це в остаточному підсумку приводить до зменшення продуктивності земель.

3.4 Стан водних ресурсів регіону

Водні ресурси є одним з екологічних факторів, які взаємодіють з навколишнім середовищем, що постраждало від кліматичних, географічних змін, а також різних видів забруднення при проведенні військових дій.

В ході воєнних дій значним трансформаціям піддаються господарсько-освоєні водозбірні території, що істотно змінює характер формування стоку та водний режим водних об'єктів.

Деформація ґрунтів призводить до зниження рівня водоносних горизонтів, фільтраційного забруднення ґрунтових вод, яке відбувається через руйнування очисних споруд в ході війни та недосконалі технології очищення стічних вод.

Основними джерелами водних ресурсів в Іраку є ріки Тигр та Євфрат, а також їх притоки. Ірак страждає від нестачі води в ріках Тигр та Євфрат по причині будівництва водосховищ, гребель в Турції та Сирії, що зменшило надходження води в Ірак. Також через сильне забруднення стічними водами та посухи 2009 року утворилась велика нестача води в ріці Євфрат, що визвало погіршення урожаю, особливо на півдні Іраку. В ході війни підземні та поверхневі джерела водопостачання забруднені хімічними речовинами. Безпосередньо забруднення води та ґрунтів відбулося в результаті викидів сірки під час пожежі на заводі Альмишрак на півдні м. Мосул на протязі одного місяця, що привело до забруднення р. Тигр.

В Іраку 73,7% населення споживає питну воду з поверхневих джерел, що ставить задачу контролю якості води. При цьому для питних потреб використовується після доочищення 277226 м³/рік води. Все вищенаведене ставить задачу дослідження якості поверхневих джерел водопостачання.

Відбір проб води проводився на 10 станціях забору води з ріки Тигр в межах міста Мосул [130]. Контроль поверхневих вод ріки Тигр проводився за наступними показниками: електропровідність (ЕП), загальна кількість

розчинених у воді речовин (ЗКРР), мутність води, рН, загальна жорсткість (ЗЖ), вміст Са, Mg, іонів Na^+ та K^+ , SO_4^{-2} , Cl^{-1} , лужність (табл.3.6, 3.7).

Після фільтрації, очистки та дезінфекції вода надходить в місто для побутових та питних потреб. Всі характеристики води після очищення відповідають міжнародним стандартам.

Для Іраку характерна недостатня кількість очисних споруд, що призводить до скиду неочищених вод та забруднення поверхневих та підземних вод. Загальна продуктивність станцій очищення стічних вод в 2009 році складала 50 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$. Через недостатню кількість очисних споруд в Іраку виникає проблема забруднення поверхневих джерел водопостачання, виникнення спалахів епідемічних захворювань. В м. Мосул є спеціальна протока, по якій стічні води потрапляють в р. Тигр без очищення. Стічні води забруднюють також підземні джерела водопостачання в результаті прямого скиду [131, 132]. Війна в Іраку привела до погіршення стану водних ресурсів та збільшенню кількості стічних вод, які скидаються без очищення. Тривалі воєнні дії привели до знищення водогонів та очисних споруд, що ускладнює епідеміологічну ситуацію в країні.

В Іраку розташовано декілька станцій по біологічній очистці стічних вод. Після очищення вода скидається в р. Тигр, а осад використовується в сільському господарстві [133]. Відсутність механізмів контролю якості очищеної води негативно впливає на довкілля та здоров'я населення. З метою підвищення рівня екологічної безпеки в країні проводилась оцінка ефективності роботи очисних споруд міста Мосул провінції Ніневія [134, 135].

Для оцінки якості очищення стічних вод досліджувались наступні показники води: рН, БСК, Х СК, вміст хлору, нітритів, нітратів, фосфору, сірки. Показники стічних вод досліджувались до (табл. 3.8) і після очищення (табл. 3.9) на станції біологічного очищення.

Проведені дослідження показують ефективність очищення стічних вод та зменшення навантаження на довкілля при скиді забруднених вод, що зменшує загрозу виникнення епідемічних ситуацій. Це дозволяє рекомендувати

біологічне очищення як метод очистки стічних вод у країні та вказує на необхідність розширення мережі очисних споруд в Іраку.

Порушеність ґрунтового покриву, забруднення ґрунтів під час воєнних дій призводить до забруднення підземних джерел води, які можуть використовуватись для побутових та сільськогосподарських потреб. Площа зрошуваних земель в країні складає 50% від загальної площі сільськогосподарських угідь, що ставить задачу збереження існуючих та використання альтернативних джерел водопостачання. Надмірне споживання води призводить втрати водної рівноваги підземних вод і збільшенню солевмісту підземних вод, що зменшує використання колодязів в сільському господарстві через негативний вплив на ґрунти, рослини, здоров'я населення та стан екологічної безпеки регіону в цілому. Збільшення рівня вмісту солей в підземних водах є головним показником зменшення об'єму підземних вод, які можуть використовуватись для побутових та сільськогосподарських цілей. Однак в районах, де населення не має доступу до поверхневих джерел водопостачання, вода підземних джерел використовується в побутових цілях, що наносить шкоду здоров'ю населення.

Для оцінки якості підземних вод було вибрано 8 свердловин, розташованих в передмісті м. Мосул з глибини 100 – 250 м [136-138]. Визначались вміст катіонів, аніонів, рН, загальна жорсткість (ЗЖ), загальна лужність (ЗЛ), загальна кількість розчинених речовин (ЗКРР), електропровідність (ЕП).

Вміст розчинених солей в воді свердловин (табл. 3.10) перевищує показники стандартів Іраку та ВОЗ, що показує неможливість використання підземних вод для питних потреб, крім води із свердловин А1, А3, А7.

Таблиця 3.6 - Властивості води, яка забирається з р. Тигр

№	Станція	T, °C	K ⁺ , мг/л	Na ⁺ , мг/л	ЗКРР, мг/л	SO ₄ ⁻² , мг/л	Cl, мг/л	Mg ⁺² , мг/л	Ca ⁺² , мг/л	ЗЖ, мг/л	Луж- ність, мг/л	ЕП, мкСм/см	pH	Мутність, НОМ
1	Айсер 1	21	1,74	12,5	258	60	16	14,64	56	200	147,2	392	8,4	6,5
2	Айсер 2	21	1,74	12,5	258	60	16	14,64	56	200	147,2	392	8,4	6,5
3	Бисан	21	1,74	12,5	258	60	16	14,64	56	200	147,2	392	8,4	6,5
4	Халиль	21	1,76	12,7	265	51	16	16,5	52,8	200	148,8	403	8,05	5,8
5	Айсер 3	21	2,00	13,6	250	60	16	15,6	52,8	196	136	380	8,2	7
6	Зохор	21	1,87	13,4	254	64	16	17,56	51,2	200	132	386	8,23	7,5
7	Данадан	21	2,19	15,9	258	72,9	18	15,6	56	204	140	392	8,25	5
8	Гизляні	21	1,80	13,7	273	70,4	18	14,64	57,6	204	144	415	8,25	5
9	Айман	21	1,65	12,7	264	70,4	18	15,6	52,8	196	148	400	8,04	8
10	Ванна	21	1,49	11,7	240	51,2	16	15,6	49,6	188	146	364	8,1	5

Таблиця 3.7 - Властивості води, яка забирається з р. Тигр, після обробки на станціях водопідготовки

№	Станція	T, °C	K ⁺ , мг/л	Na ⁺ , мг/л	ЗКРР, мг/л	SO ₄ ⁻² , мг/л	Cl, мг/л	Mg ⁺² , мг/л	Ca ⁺² , мг/л	ЗЖ, мг/л	Луж- ність, мг/л	ЕП, мкСм/см	pH	Мутність, НОМ
1	Айсер 1	21	1,66	12,76	256	57,5	20	14,64	51,2	188	142	396	7,95	3,5
2	Айсер 2	21	1,64	12,53	257	65,2	20	14,64	52,8	192	144	396	7,75	4
3	Бисан	21	1,66	12,7	252	63	20	14,64	51,2	188	144	388	8,15	4,1
4	Халиль	21	1,70	13,15	248	62,8	20	15,6	49,6	188	142	382	8,0	3,8
5	Айсер 3	21	1,77	13,3	263	60	22	16,36	50,8	194	144	406	8,0	3,6
6	Зохор	21	1,3	12,2	270	48,6	20	14,64	52,8	192	144	416	7,85	3,9
7	Данадан	21	1,30	14,2	283	62,7	20	17,56	51,2	200	142	436	7,91	3,6
8	Гизляні	21	1,93	15,4	274	63	20	17,56	51,2	200	148	422	8,1	4
9	Айман	21	1,55	12,7	365	48,6	20	15,6	49,6	188	145	409	7,98	1,1
10	Ванна	21	1,31	11,49	252	61,3	18	14,6	48	180	142	388	7,86	3

Таблиця 3.8 - Показники стічних вод до очищення на очисних спорудах міста Мосул

Дата відбору проб	pH	БСК	ХСК	SO ₄ ⁻² , мг/л	PO ₄ ⁻² , мг/л	NO ₂ , мг/л	NO ₃ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л
03.01.2010	7,5	65	88	240,3	1,9	0,00	0,00	65
19.01.2010	7,5	110	140	268	0,4	7,18	0,34	55
01.02.2010	7,5	46	72	124,6	1,1	2,30	0,00	74,4
14.02.2010	7,4	70	124	178,1	1,8	0,00	0,00	49,6
14.03.2010	7,5	105	160	183,2	0,1	2,1	0,1	54
22.03.2010	7,4	95	120	143,6	1,4	7,00	0,2	40
05.04.2010	7,2	170	208	140	1,5	2,4	0,04	59
20.04.2010	7,5	170	216	232	1,5	5,5	0,1	49,6
05.05.2010	7,5	110	120	286,4	2,2	13,3	0,32	65
18.05.2010	7,6	70	92	77,3	2,6	0,7	0,09	29,7
15.06.2010	7,3	145	176	199,1	0,9	0,00	0,07	24,8
27.06.2010	7,0	75	104	174,4	0,8	4,7	0,00	34,7

Таблиця 3.9 - Показники стічних вод, які скидаються в р. Тигр після очищення на станції біологічного очищення

Дата відбору проб	pH	БСК	ХСК	SO ₄ ⁻² , мг/л	PO ₄ ⁻² , мг/л	NO ₂ , мг/л	NO ₃ , мг/л	СГ, мг/л
03.01.2010	7,6	30	44	176,5	0,3	0,5	27,0	50
19.01.2010	7,4	25	52	195	0,07	0,48	12,32	59
01.02.2010	7,7	18	20	122,6	0,5	0,1	12,9	50
14.02.2010	7,7	6	12	160	0,5	0,31	0,00	54,6
14.03.2010	7,6	14	50	133,7	0,1	0,4	2,9	49
22.03.2010	7,6	34	60	131	2,6	0,1	4,2	49
05.04.2010	7,4	32	108	151	0,9	0,35	5,7	54
20.04.2010	7,5	96	133	320	1,3	0,00	4,00	59,5
05.05.2010	7,6	32	40	249,8	1,9	0,34	12,3	55
18.05.2010	7,4	41	58	139	0,4	0,2	4,00	49,6
15.06.2010	7,7	14	52	139,9	0,1	1,3	13,5	49,6
27.06.2010	7,6	16	24	154,3	0,1	1,00	20,0	39,7

Таблиця 3. 10 – Результати хімічного аналізу води із свердловин

№ свердловини	K ⁺ , мг/л	Na ⁺ , мг/л	ЗКРР, мг/л	SO ₄ ⁻² , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	Mg ⁺² , мг/л	Ca ⁺² , мг/л	ЗЖ, мг/л	ЗЛ, мг/л	ЕП, мкСм/см	pH	NO ₃ ⁻ , мг/л	HCO ₃ ⁻ , мг/л
A1	1,7	24	376	95,14	12,9	24,4	80	300	292	470	8,3	1,73	342
A2	1,4	310	1168	147	75	32,2	69	304	314	1523	8,2	11,47	366
A3	1,5	58	328	89,5	5	7,31	60,2	180	210	498	7,1	11,42	256,2
A4	1,3	310	1062	109	160	55,6	67,4	196	314	1934	7,8	8,22	383
A5	8,5	800	6000	1937	125	110	462	1600	280	4833	8,1	21,9	341,6
A6	1,75	170	1270	873	49,9	48,8	208	720	232	1323	7,6	4,5	283
A7	1	90	504	80,6	32,9	22,4	50,4	220	280	737	8,6	8,6	334
A8	45	420	1154	577	170	43,9	40	280	302	1442	8,6	26	354
Стандарти ВОЗ	12	200	500-1000	250	250	125	75	-	-	-	>8	50	125-350
Стандарти Ірака	6,5-8,5	-	-	200	200	50-150	200	-	-	-	6,5-8,5	20	-

Все вищенаведене свідчить про необхідність розробки заходів по поліпшенню екологічної безпеки водопостачання в країні.

Сільське господарство Іраку потребує великої кількості води для зрошення, що в умовах країни становить проблему. Для зрошення використовується 15 - 80% існуючих водних ресурсів. Це ставить задачу повторного використання стічних вод та пошуку альтернативних джерел водопостачання, якими можуть стати підземні джерела з водою різної якості.

Оцінка придатності води з підземних свердловин для зрошення проводилась за класифікаціями Річарда [139] і Вілкокса [140]. Параметрами, за якими оцінювалась можливість використання вод для зрошення є коефіцієнт поглинання натрію та вміст солей. Концентрація натрію в водах для сільськогосподарського використання особливо важлива, так як впливає на властивості природних ґрунтів. Підвищена концентрація натрію призводить до зниження проникності ґрунтів.

При оцінці придатності води по небезпеці засолення ґрунтів наряду з якістю води потрібно обов'язково враховувати умови використання – режим та техніку зрошення, ґрунтово- меліоративні умови та ступінь дренажу території.

Коефіцієнт поглинання натрію (КПН) розраховується за формулою

$$КПН = \frac{r(Na)}{\sqrt{\frac{r(Ca + Mg)}{2}}},$$

де r – концентрація, мг-екв/л.

При КПН < 10 – небезпека засолення ґрунтів мала; 10 – 18 – середня небезпека засолення; 18 - 26 – висока небезпека засолення; >26 – дуже висока небезпека засолення.

Індикатор по класифікації Річарда залежить від відношення КПН та електропровідності (ЕП). Оцінка придатності підземних вод із досліджуваних свердловин для зрошення у відповідності до класифікації Річарда наведена в таблиці 3.11. Як видно з таблиці, вода із свердловин А1, А3, А6, А7 придатна

для зрошення, воду із свердловин А2, А4, А8 можливо використовувати для зрошення у разі відсутності інших джерел водопостачання, вода із свердловини А5 непридатна для зрошення.

Для оцінки придатності підземних вод для зрошення за класифікацією Вілкокса визначали вміст натрію за рівнянням

$$Na\% = \frac{r(Na)}{r(Ca + Mg + Na + K)},$$

де $Na\%$ - лужність.

За класифікацією Вілкокса всі свердловини, крім А2, А8, які умовно придатні для використання у разі відсутності інших джерел водопостачання, та А5, вода якої непридатна для використання у сільськогосподарських цілях, можуть бути рекомендовані для використання в сільськогосподарських цілях.

Таблиця 3.11 – Оцінка придатності води для зрошення (за Річардом)

№ пп	Свердловина	Індикатор	Якість води
1	А1	С2-С1	Добра
2	А2	С3-С2	Умовно допустима
3	А3	С2-С1	Добра
4	А4	С3-С2	Умовно-допустима
5	А5		Недопустима
6	А6	С3-С1	Допустима
7	А7	С2-С1	Добра
8	А8	С3-С2	Умовно-допустима

Висновки до розділу 3

1. Дослідження показали, що основними факторами воєнних дій, що вплинули на ґрунт є: утворення густої мережі воронок від розривів авіабомб, артилерійських снарядів і мін; будівництво оборонних ліній, укріплень, траншей і бліндажів, а також використання важкої техніки й ін. Таким чином, на значній території країни сформувалися порушені ділянки, що відрізняються одна від одної як за формою прояву, так і за глибиною і масштабом порушення.

2. Територія, на якій спостерігалася найбільша порушеність ґрунту, головним чином, охоплює південь Іраку, значно проникаючи вглиб по долинах рік. Вона займає більш 1/3 частини республіки.

3. На фоні негативної трансформації гідрофізичних характеристик має місце дегуміфікація ґрунтів та пригнічення їх загальної біологічної активності, а також накопичення забруднювачів, що при достатньо тривалому зниженні рівня водоносних горизонтів може призвести до спустелення території їх впливу. Зараз подібні перебудови параметрів та режимів ґрунтів викликають падіння їх адаптивного потенціалу, зростання ступеня мінливості при техногенному навантаженні, зниження здатності до самовідновлення, зменшення екологічної стійкості та екологічної родючості.

4. На порушених ділянках в ґрунтах знизився змісту калію й фосфору. При цьому спостерігалася збільшення кислотності ґрунту, що може викликати зміну в ґрунтовій мікрофлорі й фауні, що негативно позначиться надалі на можливості виростання аборигенних рослин і на родючості сільськогосподарських угідь. Знищення поверхневої підстилки, переущільнення й утворення похованих горизонтів сприяють прискоренню ерозійних процесів. На таких ділянках виявляється збідніння ґрунтів, зниження вмісту гумусу.

5. В ході воєнних дій значним трансформаціям піддаються господарсько-освоєні водозбірні території, що істотно змінює характер формування стоку та водний режим водних об'єктів. Деформація ґрунтів призводить до зниження рівня водоносних горизонтів, фільтраційного забруднення ґрунтових вод, яке

відбувається через руйнування очисних споруд в ході війни та недосконалі технології очищення стічних вод.

6. Дослідження якості підземних вод показало обмежену можливість використання води для питних потреб та зрошення.

7. Дослідження, результати яких наведені в розділі, показали необхідність розробки заходів по поліпшенню стану компонентів природно-техногенного середовища.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ВИРІШЕННЮ ПРОБЛЕМ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Воєнні дії на території Іраку нанесли навколишньому середовищу й здоров'ю людей серйозний матеріальний і екологічний збиток.

Дослідженнями впливу воєнних дій на стан природного середовища було встановлено, що причинами погіршення екологічних умов є:

- фізична загибель екосистем;
- зниження біопродуктивності та урожайності;
- незадовільна відновлюваність лісів;
- зміна рельєфу, утворення вимоїн, ярів, зсувів;
- погіршення фізико-хімічних і гідрологічних властивостей ґрунтів;
- зниження саморегулюючої здатності та самовідновлювальної функції

елементів природного середовища;

- погіршення якості водних ресурсів;
- погіршення умов проживання людей;
- руйнування житла, підприємств, комунікацій, що згодом вимагає їх

відновлення за рахунок посиленої експлуатації інших ресурсів.

Але при цьому необхідно відзначити, що екологічний збиток, викликаний воєнними діями, має довгострокові зміни в біотичних співтовариствах і геофізичних компонентах екосистем. Серед них можна виділити найбільш значимі для території Іраку:

1. Порухення трофічних ланцюгів у біотичних угрупованнях уражених екосистем.
2. Виснаження запасу живильних речовин у порушених екосистемах.
3. Ерозія ґрунтів у наслідок знищення рослинності.
4. Погіршення якості водних ресурсів країни.

Вивчення особливостей впливу військового фактора на природні комплекси й оцінка їх наслідків має важливе наукове й практичне значення, служить серйозним попередженням проти спроб проведення подібних дій.

4.1 Основні концепції й методи відновлення порушених територій

Порушення земної поверхні пов'язане з виключенням з обороту земельних ділянок, отже, викликає скорочення земельного фонду. В умовах, коли стабілізація рельєфу, процеси природнього відновлення рослинного й ґрунтового покривів у межах порушених земель протікають повільно або взагалі не можуть бути ефективними й діючими, формуються стійкі техногенно-порушені угруповання.

Дослідження, проведені автором і які були відбиті в попередніх розділах, свідчать про те, що в результаті військового протистояння між Іраком і силами антиіракської коаліції в межах країни сформувалися великі площі порушених земель. З урахуванням обмеженого потенціалу природнього відновлення компонентів природних комплексів на порушених територіях з'являється необхідність відновлення в результаті проведення конкретних заходів, у т.ч. і рекультивації. Слід зазначити, що відновлення порушених територій, у першу чергу, обумовлене тим, що частина з них розташована в селитебній зоні населених пунктів. Порушені землі, що втратили в результаті антропогенного впливу природню продуктивність і є джерелом забруднення навколишнього середовища, являють собою важливі об'єкти досліджень. Найбільш ефективними природоохоронними заходами на порушених територіях в умовах Іраку є: благоустрій сильно порушених територій, меліорація, рекультивація, оптимізація. Класифікація основних методів природоохоронних заходів наведена в таблиці 4.1

Дана класифікація включає ряд підгруп. В основі класифікації лежить диференціація природоохоронних заходів щодо ознаки цільового призначення, а також по характеру впливу на середовище.

Таблиця 4.1 - Напрямки оптимізаційних природоохоронних заходів на порушених ділянках

№ з/п	Методи відновлення територій	Проведені заходи
1	Благоустрій порушених територій	1. Озеленення
		2. Відновлення й створення санітарних зон
		3. Терасування схилів
		4. Усунення монокультурного ведення господарства
2	Меліорація	5. Агромеліорація
		6. Лісомеліорація
		7. Гідролісомеліорація
		8. Захист ґрунтів від ерозії
		9. Зоолісомеліорація
3	Рекультивация	10. Сільськогосподарська
		11. Лісогосподарська
		12. Рибогосподарська
		13. Водогосподарча
		14. Рекреаційна
		15. Санітарно-гігієнічна

Послідовність оцінок включає уточнення еколого - економічних критеріїв, вибір і обґрунтування оптимальних методів відновлення порушених територій, загальний благоустрій порушених природних і антропогенних ландшафтів.

Ландшафтно - екологічний підхід є принциповою основою аналізу територій для цілей їх відновлення. При цьому виділяються частковий благоустрій і повне (корінне) перетворення природного ландшафту.

При частковому перетворенні зберігається природний каркас із доповненням його необхідними заходами й об'єктами на рівні благоустрою. Такий метод перетворення ландшафту економічно ефективний, тому що значно скорочуються витрати на земляні роботи. Крім того, він підвищує естетичну виразність ландшафту, надаючи йому своєрідність і індивідуальність.

З урахуванням ситуації, яка створилась в межах тих або інших ландшафтних комплексів залежно від специфічних особливостей ведення бойових дій визначилися масштаби змін і порушень, виявлялися основні тенденції самовідновлення, на підставі яких надалі були обрані шляхи й методи благоустрою ландшафтів.

У складі пропонованих заходів розглянуті такі, як озеленення, створення санітарних зон, рекультивація порушених територій, терасування еродованих схилів, усунення монокультурного господарства.

Під оптимізацією ландшафтів мається на увазі система конструктивних заходів, спрямованих на досягнення високої продуктивності природного комплексу його краси й зручностей для життя людини. Я.Я. Яндиганов [141] вважає, що оптимізація - це процес вибору кращого варіанта з можливих і приведення системи в найкращий стан. Ключовими елементами теорії оптимізації є ефективність і оптимальність. Усі заходи, що впливають на географічне середовище й приводять до оптимізації ландшафтів, можна розглядати як заходи щодо охорони навколишнього природного середовища. Вони спрямовані на охорону всіх складових компонентів ландшафту, тому що їхнім взаємозв'язком повинне бути забезпечене збереження на території даного ландшафтного комплексу в оптимальному для людини й біогеоценозів співвідношенні усіх природних ресурсів.

Оптимізація антропогенних ландшафтів включає наступні заходи: зрошення й обводнювання пустельних територій, осушення заболочених ділянок, регулювання водного стоку, озеленення міст і інших населених пунктів, рекультивація порушених земель, реконструкція міст і селищ.

Оптимізація звичайно підпорядковується певним господарським цілям. Здійснюється оптимізація не тільки за допомогою компонентного й територіального методу, але й завдяки проведенню комплексу спеціальних технічних (агротехнічних, агрохімічних, агролісомеліоративних у додатку до сільського господарства) заходів.

На підставі аналізу опублікованих джерел можна виділити три головні напрямки оптимізації: 1) активний вплив з використанням різних меліоративних прийомів; 2) "догляд за ландшафтом" з дотриманням строгих норм господарського використання; 3) консервація, тобто збереження спонтанного стану.

При цьому екологічна оптимізація ландшафту передбачає широке застосування екологічного підходу з урахуванням корисних властивостей ландшафту при розв'язку завдань максимального використання, тривалого збереження, граничного зменшення можливих втрат, зниження витрат на збільшення й збереження.

В умовах господарського освоєння ландшафтних зон, екологічна оптимізація ландшафтів повинна бути спрямована на охорону збережених і на відновлення функції порушених ландшафтів з метою підтримки гармонічної відповідності господарської діяльності природним властивостям ландшафту.

Екологічна оптимізація ландшафтів повинна забезпечувати:

1) різноманітність і стійкість ландшафту при формуванні й підтримці оптимальної структури земельних угідь;

2) відновлення й збереження місцевого генетичного фонду живої природи, збереження природних ценозів;

3) відновлення й збереження природнього обводнення території, яка повинна відповідати її ландшафтно- кліматичному типу;

4) цілеспрямований розвиток мережі особливо охоронних природних територій усіх рангів.

4.2 Рекультивация порушених територій

До теперішнього часу в різних країнах світу накопичений фактичний матеріал із проблем рекультивациі найпоширеніших типів порушених земель, які відбиті в значній кількості опублікованих робіт [5, 11, 14, 142 - 145]. У той же час, слід відмітити, що методологічні питання проведення цих заходів на територіях, що випробували вплив військового конфлікту, розглянуті вкрай слабо.

Спостереження показують, що порушені території, які утворювалися в результаті воєнних дій, ерозійних процесів, мають тенденцію до поширення на прилеглі райони. При цьому скорочується площа продуктивних земель, у тому числі сільськогосподарського значення. Виникають ряд територій, які несприятливо впливають на навколишнє середовище. Таким чином, формуються вторинні процеси, що сприяють подальшій деградації природних і природно - антропогенних комплексів.

У зв'язку із цим проблема рекультивациі на порушених ділянках з поверненням їх втраченої біологічної продуктивності й економічної цінності набула істотного господарського й соціального значення для Іраку.

Для відновлення порушених територій потрібні науково-обґрунтовані заходи, яким передуює комплексне вивчення, аналіз тенденцій, що встановилися, змін в навколишньому середовищі. На підставі цього з'являється можливість вибору можливих шляхів рекультивациі. Такий комплексний підхід був нами початий при вивченні:

- характеру й ступеня порушеності території;
- агрохімічних властивостей ґрунтів;
- процесів їх самовідновлення.

Створення оптимальних культурних ландшафтів із продуктивним ґрунтово-рослинним покривом можливо у два етапи: технічний і біологічний. Вони мають принципові відмінності, але взаємозалежні й нерівнозначні по обсягах, строках проведення й трудовим витратам.

Технічний етап - це підготовка порушених територій для наступного цільового використання. Він включає планування, а також нанесення ґрунтів або родючих порід на вирівняну поверхню. Біологічний етап - комплекс заходів щодо відновлення родючості порушених земель. Він включає агротехнічні й меліоративні заходи, спрямовані на поновлення флори й фауни.

При проектуванні й відновленні земельних угідь, ушкоджених воєнними діями, нами враховувалися типи порушених ділянок і споруд, зведених у ході війни. У зв'язку із цим у складі технічного етапу рекомендуються:

- 1) розробка ґрунту екскаватором і транспортування;
- 2) ввіз ґрунту, наступне його планування;
- 3) засипання воронок, ліній укріплення, траншей;
- 4) розбирання дерев'яних і залізобетонних конструкцій, засипання бліндажів ґрунтом з наступним плануванням;
- 5) проведення протиерозійних заходів на еродованих ділянках і територіях, засипання ярів;
- 6) планування поверхні й нанесення родючого шару з наступним збагаченням мінеральними й органічними добривами.

При цьому можна відзначити, що покриття порушених територій потужним шаром родючого ґрунту обмежується економічними, соціальними умовами. На досліджуваній території є порушені ділянки, що виникли в результаті "точкових" впливів на навколишнє середовище. Наприклад, воронки, бліндажі, на яких немає необхідності робити складні й дорогі роботи з нанесення потужного родючого шару, навіть якщо поблизу є запас такого ґрунту. Тому вони віднесені до об'єктів, що перебувають в умовах самозаростання й тут достатнє обмеження технічного етапу й створення умов для прискорення природнього ґрунтоутворювального процесу, що мобілізує можливості потенційної родючості ґрунту. Необхідність у нанесенні шару родючого ґрунту виникає на більших порушених територіях, де повсюдно або на більших ділянках розташовуються лінії укріплень, траншеї й ін., що виявляють як безпосередній, так і опосередкований вплив на процеси зміни

стану природних комплексів.

Проектування біологічного етапу рекультивації слід починати з урахуванням наступних умов:

- особливостей мікроклімату;
- фізико-хімічних властивостей ґрунтів;
- природнього процесу самозаростання й ін.

Відповідно до перерахованих умов автором були використані наступні напрямки біологічної рекультивації (і їх комбінація).

Сільськогосподарська рекультивація - з метою відновлення порушених земель для використання їх під рілля, а також сінокісних і пасовищних угідь.

Лісова рекультивація - для створення на відновлюваних землях деревинно-чагарникових насаджень протиерозійного призначення.

Агролісомеліорація - з метою поліпшення ґрунтово-гідрологічних умов місцевості й створення продуктивних сільськогосподарських угідь. Сукупність лісогощадарських і сільськогосподарських заходів відіграють важливу роль на схилах підданих ерозії, зсувам.

У зв'язку із цим біологічний етап рекультивації включає:

- добір із числа місцевих видів флори асортиментів рослин;
- озеленення й створення найбільш продуктивних насаджень із інтродукованих видів;
- регулювання ходу самозаростання в потрібному напрямку;
- агролісомеліорація й фітомеліорація для закріплення ерозійно-небезпечних ділянок;
- розробка економічно ефективних способів створення фітоценозів.

Усі напрямки біологічної рекультивації передбачають комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію негативного впливу порушених земель на навколишнє середовище й використання рекультивованих територій у господарстві.

Таким чином, вибір методів відновлення порушених територій можна зобразити наступною схемою (рис. 4.1):

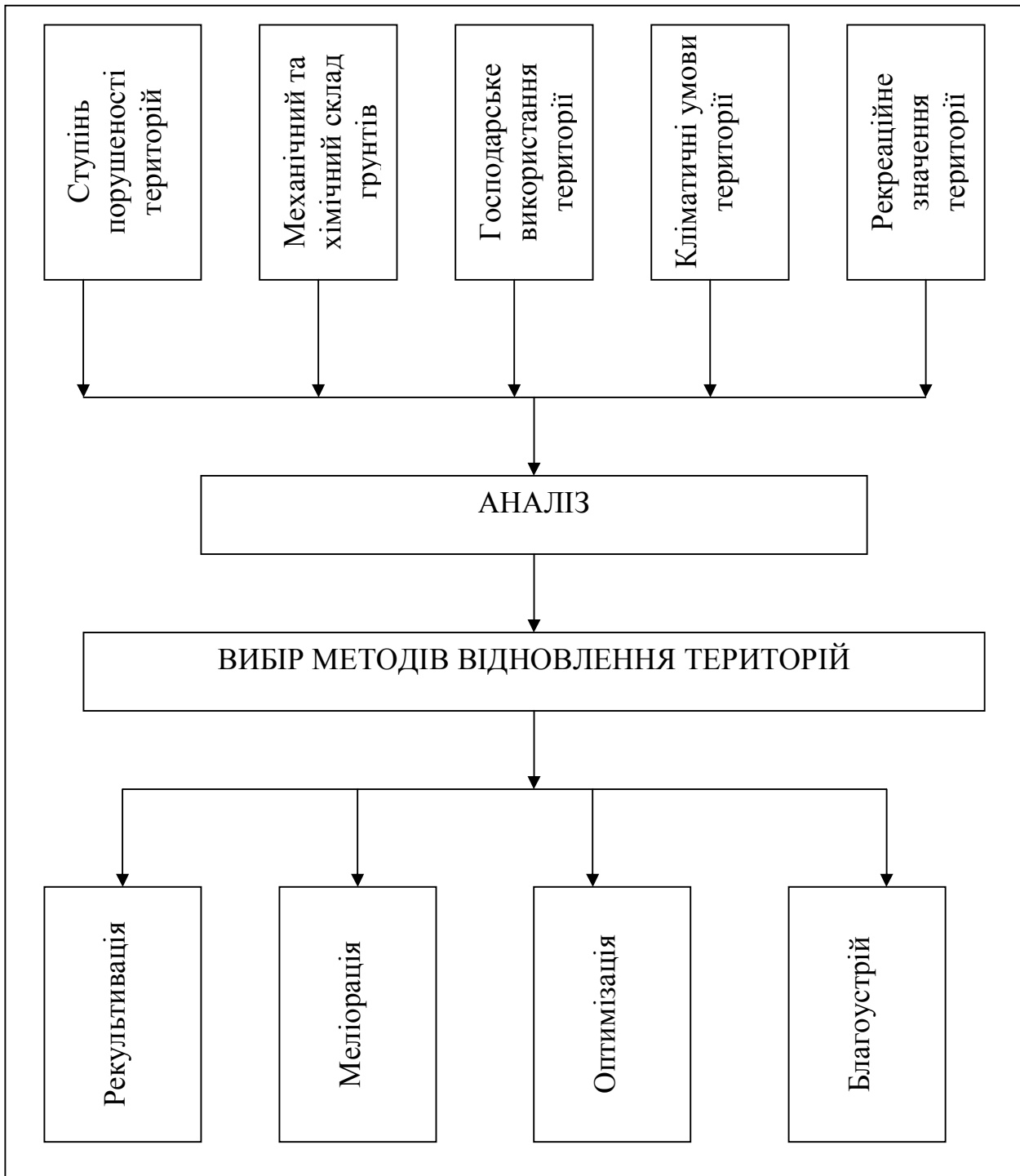


Рисунок 4.1 – Вибір методів відновлення порушених територій

На основі розробленої схеми запропоновані методи по відновленню досліджуваних порушених територій [126].

Перша ділянка розташована в заплаві р. Тигр. Рельєф рівнинний, ґрунти алювіальні малопотужні, представлені, в основному, пухким піском. По агрохімічних властивостях вони слабо лужні (рН 7,1-7,6), низькозабезпечені рухливими формами фосфору (0,6-0,8) і калію (2,7-4,8). Природне заростання вищими рослинами йде досить інтенсивно за рахунок бур'янево-рудеральних видів, які не поїдаються худобою. На всій площі можлива сільськогосподарська рекультивація після проведення технічної рекультивації (планування поверхні, вирівнювання великих бугрів) без додаткового нанесення шару ґрунту.

Друга ділянка розташована на 2-ій і 3-ій річковій терасі, яка являє собою східну експозицію схилу крутістю до 10 - 12°. Ґрунти, степові каштанові, реакція яких кисла (рН 3,1-3,4), низькозабезпечені рухливими формами калію (2,7 - 5,7) і незабезпечені фосфором. Процес самозаростання йде дуже повільно. На цій ділянці рекомендується проведення комплексу сільськогосподарської рекультивації. На цій ділянці попередньо на рівні технічної рекультивації необхідні засипання порушених територій, покриття родючим шаром ґрунту, суцільна оранка й травосіяння.

Третя ділянка розташована на східній експозиції схилу 15-20°. Рельєф горбкуватий. Ґрунти – каштанові степові, реакція середовища змінюється від нейтральної до слабколужної (рН 6,7-7,3). Вони низькозабезпечені рухливим фосфором (0,1 - 2,2), середньозабезпечені калієм (8,9 - 16,5). Тут також біологічному етапу повинен передувати технічний етап із уже передбаченими методами.

Четверта ділянка є найбільш ерозійно-небезпечною, рельєф горбкувато-пересічений. Ґрунту каштанові степові, реакція яких змінюється від нейтральної до слабколужної (рН 6,7-7,2). Вони також низькозабезпечені фосфором (0,3 - 2,1), середньозабезпечені калієм (9,6 - 12,6). Природні процеси самозаростання спостерігаються на територіях, несхильних ерозійним процесам. Тому

необхідний етап технічної рекультивації.

Створювані ландшафти повинні мати продуману композицію й бути посправжньому гарними, поєднуючи природні й культурно- історичні ознаки з комфортно-кліматичними умовами. Подібний ландшафтно-екологічний підхід практично найбільш вигідний і перспективний. Так, у Німеччині повністю виправдав себе досвід по створенню на порушених землях екологічно збалансованих ландшафтних ділянок, де сполучаються всі напрямки рекультивацій, що забезпечують не тільки поповнення сільськогосподарського й лісового фонду, але й відновлення оптимального екологічного балансу.

Знову створений культурний ландшафт на місці бelligеративного повинен відповідати наступним вимогам:

1. Не повинен бути одноманітним. Внутрішня різноманітність ландшафту відповідає найважливішій умові його стійкості й екологічним і естетичним вимогам.

2. Не повинно бути різного роду антропогенних пустищ, смітників.

3. Із усіх видів використання земель пріоритет повинен бути відданий зеленому покриву.

4. Переважне право користування повинне належати сільськогосподарському виробництву.

5. Важливо забезпечити необхідну частку площі під лісом на вододілах і схилах незалежно від цінності цих земель для інших видів використання.

6. Раціональний розподіл угідь повинний супроводжуватися підвищенням їх потенціалу шляхом різного роду меліорації.

7. Необхідно передбачити в плані організацій території часткове або повне вилучення деяких земель із господарського використання в інтересах природоохоронних, оздоровчих, культурно - відбудовних, наукових, а також і економічних цілей.

8. Велике значення має "догляд за ландшафтом", тобто зовнішній благоустрій, підтримка й формування високих естетичних якостей.

Аналіз вихідної інформації, а також отриманих закономірностей по ключових ділянках дозволяє екстраполювати виявлені тенденції й обґрунтувати методи відновлення по всій території Іраку.

Виходячи із цього, по раніше виділених порушених районах пропонується свій підхід при визначенні першочерговості природоохоронних заходів. На підставі отриманих оцінок по ступеню порушеності, умов формування процесів саморегуляції і самовідновлення природних комплексів нами пропонуються рекомендовані заходи щодо відновлення порушених територій (табл.4.2).

Таблиця 4.2 - Перелік рекомендованих заходів щодо відновлення порушених територій Іраку

№ з/п	Характер порушеності території	Рекомендовані заходи
1.	Надмірно порушені	Рекультивація: сільськогосподарська, лісова, агролісомеліорація.
2.	Сильно порушені	Меліорація: лісомеліорація, агролісомеліорація, осушення заболочених земель. Благоустрій: терасування схилів.
3.	Порушені	Благоустрій: створення зелених і санітарних зон. Меліорація: агролісомеліорація.
4.	Слабко порушені	Благоустрій: озеленення. Меліорація: лісомеліорація, гідромеліорація, агролісомеліорація. Оптимізація ландшафтів.
5.	Непорушені	Благоустрій: озеленення.

4.3 Заходи по поліпшенню якості водних ресурсів

Дослідження характеристик водних ресурсів Іраку, наведене в розділі 3, показало, що джерела підземних і наземних вод за своїми характеристиками не відповідають вимогам до питної води та води, що використовується в сільськогосподарських цілях для зрошення. Це ставить задачу розробки заходів по поліпшенню характеристик води з природних джерел. В якості технологій для обробки води з метою поліпшення її характеристик була вибрана електромагнітна обробка води [119].

Домішки, що знаходяться у воді, впливають на її структуру і, отже, на фізико-хімічні властивості. Характеристика води та водних розчинів має принципове значення для їх магнітної обробки. Наприклад, відомо, що чиста вода діамагнітна. Її діамагнітна сприйнятливість при температурі 20 °C дорівнює $0,7212 \cdot 10^{-6} \pm 0,0007 \cdot 10^{-6}$. При найменших структурних змінах ця величина повинна змінюватися, а ослаблення міжмолекулярних зв'язків повинно приводити до збільшення діамагнетизму. Це чітко підтверджується наявністю так званого температурного коефіцієнта діамагнітної сприйнятливості води.

Магнітна сприйнятливості води дуже сильно залежить від виду та концентрації домішок. Тому величина і характер магнітної сприйнятливості розчинів залежить як від природи іонів і молекул домішок, так і від характеру їх зв'язку з водою і один з одним.

Виходячи з розглянутих раніше теоретичних досліджень, механізм впливу електромагнітних полів на водні системи можна пов'язати з явищами резонансного типу. При впливі на воду поля оптимальної частоти можливий резонанс з певною групою молекул і асоціатів з виникненням квантів енергії, здатних деформувати зв'язку, змінити структурну характеристику системи (в обсязі, а також у сольватних оболонках). Це призводить до руйнування молекул солей.

Про вміст солей в воді можна судити по такому показнику як електропровідність. Концентрація мінеральних речовин, а також співвідношення між ними впливають на електропровідність. Електропровідність природних вод обумовлюється наявністю іонів натрію (Na^+), кальцію (Ca^{2+}), калія (K^+), хлора (Cl^-), карбонатів (HCO_3^-), сульфатів (SO_4^{2-}). Так як саме високий солевміст перешкоджає застосуванню води з природних джерел Іраку в сільськогосподарських та побутових цілях, то при виборі параметрів процесу електромагнітної обробки води досліджували зміну електропровідності від часу обробки води в електромагнітному полі [119].

Експериментальні дослідження проводились при наступних параметрах: температура води $20\text{ }^\circ\text{C}$, витрата $0,1 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3/\text{с}$, відстань між витками котушки 1 см, сила струму 10 А.

Дані досліджень, наведені на рис. 4.2, свідчать про зниження електропровідності води та підвищення рН в процесі обробки. Експерименти дозволили встановити час обробки рідини 3 години, так як в подальшому спостерігається незначна зміна показників очищеної води.

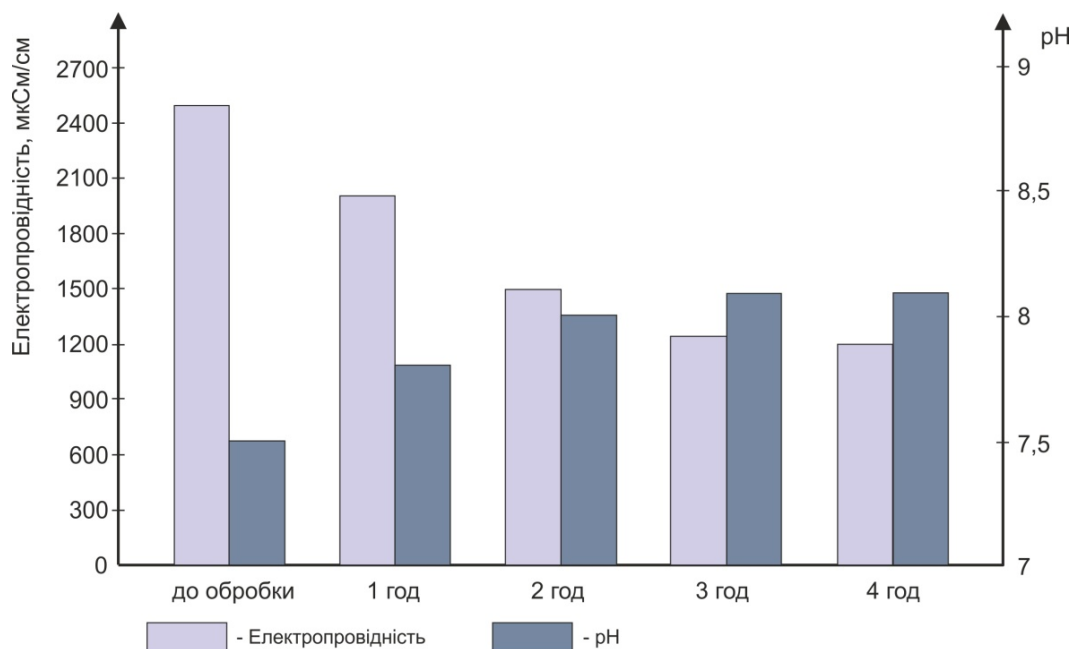


Рисунок 4.2 – Залежність електропровідності та рН води від часу обробки в електромагнітному полі

Для проведення експериментів по дослідженню ефективності електромагнітної обробки води брали три зразки води з різних джерел в досліджуваному районі.

Перший зразок - з підземних джерел Аль-Мишрак (провінція Ніневія, 40 км південніше м. Мосул), які не використовуються в сільському господарстві через високу мінералізацію, і, зокрема, через високий вміст сірки. Ця вода має жовтий колір та неприємний запах і скидається в р. Тигр, що погіршує показники води з поверхневого джерела.

Другий – з колодязів в 65 км західніше м. Мосул. Вода колодязів використовується для питних і побутових цілей жителів сільської місцевості. Більшість цієї води має високу концентрацію розчинних и нерозчинних речовин та не відповідає нормативам Іраку по якості питної води.

Третій зразок – питна вода в водогонів міста Мосул.

Вода циркулювала по замкнутому контуру на протязі трьох годин, потім надходила в електрокоагулятор, відстоювалась на протязі 30 хв та відправлялась на аналіз. Визначались характеристики води без обробки та після обробки в електромагнітному полі.

Дані експериментальних досліджень по зміні фізичних характеристик води під дією електромагнітного поля наведені в табл. 4.4 та 4.5.

Дослідження показали, що електромагнітне поле сприятливо впливає на фізичні характеристики води усіх трьох джерел: змінюється колір, запах, мутність, жорсткість. Після намагнічування зникає жовтий колір води із джерел, зменшується мутність, знижується жорсткість.

Результати дослідження хімічних властивостей води до та після електромагнітної обробки наведені в табл. 4.6 та 4.7. Під дією електромагнітного поля змінились кислотні властивості води в бік нейтралізації та зменшився вміст солей. Таким чином, під дією електромагнітного поля поліпшуються фізичні та хімічні показники води, що дозволяє більш широко використовувати воду в сільськогосподарських цілях та побутових цілях.

Таблиця 4.4 – Фізичні характеристики води до обробки в електромагнітному полі

№ з/п	Характеристика	Вода колодязів	Вода джерел	Вода водогонів
1	Колір	Прозорий	Жовтий	Прозорий
2	Запах	Без запаху	Неприємний	Без запаху
3	Електропровідність	2690	5041	441
4	ЗКРР	2252	4624	278
5	В'язкість	0,709	0,605	0,714
6	Поверхневий натяг	69,95	65,2	70,07
7	Мутність	535	545	530
8	Жорсткість	29	58	180

Таблиця 4.5 – Фізичні характеристики води після обробки в електромагнітному полі

№ з/п	Характеристика	Вода колодязів	Вода джерел	Вода водогонів
1	Колір	Прозорий	Прозорий	Прозорий
2	Запах	Без запаху	Без запаху	Без запаху
3	Електропровідність	2275	4051	415
4	ЗКРР	1796	3634	268
5	В'язкість	0,659	0,601	0,698
6	Поверхневий натяг	66,50	63,00	68,52
7	Мутність	465	470	460
8	Жорсткість	24	45	107

Таблиця 4.6 – Хімічні характеристики води до обробки в електромагнітному полі

№ з/п	Характеристика	Вода колодязів	Вода джерел	Вода водогонів
1	рН	8	7,8	8,4
2	Вміст сульфатів, мг/л	1120,00	2400,00	86,40
3	Вміст нітратів, мг/л	3,014	2,092	4,101
4	Вміст фосфатів, мг/л	0,175	0,354	0,02
5	Вміст кальцію, мг/л	28,00	53,00	185,00
6	Вміст магнію, мг/л	1,0	5,00	40,00
7	Вміст натрію, мг/л	11,75	10,60	210,00
7	Вміст калію, мг/л	0,97	0,83	2,00

Таблиця 4.7 – Хімічні характеристики води після обробки в електромагнітному полі

№ з/п	Характеристика	Вода колодязів	Вода джерел	Вода водогонів
1	рН	8,5	8,2	8,6
2	Вміст сульфатів, мг/л	960,00	1920,00	54,40
3	Вміст нітратів, мг/л	2,605	1,922	3,503
4	Вміст фосфатів, мг/л	0,962	0,805	0,03
5	Вміст кальцію, мг/л	23,00	33,18	170,00
6	Вміст магнію, мг/л	1,00	11,20	35,0
7	Содержание натрия, мг/л	12,53	11,30	190,00
7	Вміст калію, мг/л	0,57	0,71	1,50

Таким чином, проведені дослідження дозволили рекомендувати електромагнітну обробку в якості методу поліпшення якості води для використання в побутових та сільськогосподарських цілях в локальних установках очищення води.

Висновки до розділу 4

1. Встановлено, що на вибір методу відновлення порушених територій впливають наступні фактори: ступінь порушеності територій, механічний та хімічний склад ґрунтів, господарське використання території, кліматичні умови, рекреаційне значення території

2. Для різних видів ґрунтів в залежності від ступеню порушеності проведений вибір видів рекультивації, благоустрою, оптимізації.

3. Для поліпшення якостей води з колодязів, джерел та водогонів запропоновано застосовувати обробку електромагнітним полем, під час якої поліпшуються фізичні та хімічні показники води, що дозволяє розширити використання води в сільському господарстві.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Представлений докладний аналіз особливостей впливу воєнних дій на стан природного середовища.

2. Встановлені масштаби й особливості впливу воєнних дій на природне середовище Іраку. Відзначено, що територія, на якій відбувалися воєнні дії, становить 2/3 частини республіки.

3. Проведена оцінка території по ступеню порушеності, при цьому виділені ділянки: непорушені (< 1%), слабкопорушені (1-5%), порушені (5-25%), сильно порушені (25 - 50%) і надмірно порушені (> 50%).

4. Проведена оцінка впливу воєнних дій на компоненти природного середовища. Показано, що основними факторами, які обумовили порушення ґрунтового покриву є: знищення рослинного покриву, вплив важкої техніки, утворення нехарактерних типів ерозії. Основними типами ґрунтів обстежених районів є каштанові степові й алювіальні ґрунти. До умов, обумовлених воєнними діями, що сприяють зміні фізико-хімічних властивостей, руйнуванню структури й переущільненню ґрунтів відносяться: їх переміщення із природних місць залягання, що рівною мірою деформує їхню структуру й порядок розташування горизонтів; зниження вмісту органічного матеріалу, що є основним агрегуючим і структуроутворюючим компонентом ґрунту; порушення циклів "просочування і висихання" переущільнених ґрунтів у порівнянні з непорушеними; зміна водно-фізичних властивостей і ін.

5. Встановлено, що "матеріальні залишки" воєнних дій також впливають на навколишнє середовище. Мінування значних територій викликало такі наслідки, як виключення з обороту сільськогосподарських угідь, зниження рекреаційної значимості ландшафту, порушення ґрунтового покриву, загибель рослин і тварин.

6. Встановлено, що екологічний збиток від проведення воєнних дій має довгострокові зміни в біотичних співтовариствах і геофізичних компонентах екосистем. Найбільш значимими для території Іраку є: порушення трофічних

ланцюгів у біотичних співтовариствах, виснаження запасу живильних речовин, погіршення стану водних ресурсів, ерозія ґрунтів.

7. Дані рекомендації з охорони природного середовища й раціональному природокористування з урахуванням процесів відновлення й обґрунтування ландшафтно-екологічного благоустрою територій.

8. Для поліпшення якостей води з колодязів, джерел та водогонів запропоновано застосовувати обробку електромагнітним полем, під час якої поліпшуються фізичні та хімічні показники води, що дозволяє розширити використання води в сільському господарстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рудько Г. І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Г.І. Рудько. - Сімферополь, 2005. - 27 с.
2. Нгуен Ван Тхон. Экологические проблемы и ситуации на территории Вьетнама: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11/ Нгуен Ван Тхон. – М., 1996. – 123 с.
3. Глазовская М.А. Технопедогенез: формы проявлений / М.А.Глазовская, Н.Г.Солнцева, А.Н. Геннадиев // Успехи почвоведения. - М.: Наука, 1986. - С. 103-114.
4. Рудько Г. І. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища: монографія / Рудько Г.І. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2001. – 359 с.
5. Зубова Л. Г. Теоретичні і прикладні основи відновлення техногенних ландшафтів до рівня природних (на прикладі териконових ландшафтів Донбасу): автореф. дис. на здобуття наук ступеня доктора техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Л. Г. Зубова. - Дніпропетровськ, 2004. – 33 с.
6. Долгова Т.І. Комплексна оцінка стану ґрунтів в гірничодобувних районах та прогноз наслідків їх техногенної трансформації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Т.І. Долгова - Дніпропетровськ, 2005. – 36 с.
7. Долгова Т.И. Дестабилизация почвенного гомеостаза под воздействием техногенной нагрузки (Криворожский регион)/ Т.И. Долгова // Науковий вісник НГАУ. – 2002. – № 2. – С. 98-101.
8. Долгова Т.І. Екологічна безпека ґрунтів у гірничодобувних районах: монографія / Долгова Т.І. - Д. : НГУ, 2009. - 270 с.
9. Шкіца Л.Є. Екологічна безпека гірничопромислових комплексів Західного регіону України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Л.Є. Шкіца - Івано-Франківськ, 2006. – 36 с.
10. Бутко О.В. Екологічна безпека геологічного середовища у зв'язку із

розвитком зсувних процесів (на прикладі Харківської області): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / О.В. Бутко - К., 2009. – 17 с.

11. Люта О.В. Удосконалення методів зменшення техногенного забруднення ґрунтового середовища: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / О.В. Люта - Івано-Франківськ, 2009. – 20 с.

12. Соколов В.А. Обґрунтування технології інженерно-геологічних вишукувань для забезпечення екологічної безпеки об'єктів реконструкції: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / В. А. Соколов - Сімферополь, 2009. – 25 с.

13. Гошовський В. С. Екологічна безпека техноприродних геосистем адміністративних областей (на прикладі Львівської області): дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01 / Гошовський Володимир Сергійович - Івано-Франківськ, 2008. – 216 с.

14. Нгуен Суан Хай Мелиорация и восстановление плодородия деградированных почв: дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.02/ Нгуен Суан Хай - М., 2003. – 235 с.

15. Долгова Т.И. Преобразование почвенных систем в Приднепровском регионе в результате применения взрывчатых веществ (на примере Криворожского железорудного бассейна) / Т.И. Долгова // Екологія і природокористування. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2002. – Вип.4. – С. 113-118.

16. Сотникова Н.С. Развитие современных почвообразовательных процессов на участках с нарушенным растительным и почвенным покровом / Н.С. Сотникова, О.В. Петухова, Т.Л. Нестерова // Вест. ЛГУ. - 1982. - Вып.1., №6. - С.58- 68.

17. Болдышев В.С. Охрана почв: словарь – справочник/ Болдышев В.С. - М.: БГУ, 1977. - С.110.

18. Довгуша В.В. Война XX века. Экологическое жертвоприношение / В.В. Довгуша, М.Н. Тихонов // Энергия: Экономика. Техника. Экология. - 1994. - №9. - С. 19 - 23.
19. Носков Ю.Г. Экологические последствия минувшей войны/ Ю.Г. Носков // Природа. -1985. - №3. - С. 16-23.
20. Коронкевич Н.И. Катастрофические затопления. Война и гидротехнические сооружения/ Н.И. Коронкевич, Л.К. Малик, Е.А. Барабанова // Военные знания. - 1998. - №10. - С.37-40.
21. Lang A. The effects of herbicides in South Vietnam/ Lang A. – Washington: US Nat. Ac. Sei, 1974. - 398 p.
22. Westing A.H. Ecological consequences of the second Indochina/ Westing A.H. – Stocholm: War. Sipri,1976. – 119 p.
23. Вейсберг Б. Что понимаем под экоцидом/ Вейсберг Б. // Экоцид в Индокитае. - М.: Прогресс, 1972. - С. 12 - 35.
24. Реймерс Н.Ф. Словарь терминов и понятий связанных с охраной живой природы / Н.Ф. Реймерс, А.В. Яблоков. - М.: Наука, 1982. - 143с.
25. Шелл О. Экоцид в Индокитае / Шелл О., Вейсберг Б. // Экоцид в Индокитае. - М.: Прогресс, 1972. - С.26 - 47.
26. Falk R.A. Environmental war fare and ecocide/ Falk R.A. // Bull of Peace Proposals, Oslo. - 1973. - №4. - P. 1-17.
27. Довгуша В.В., Тихонов М.Н. Социально-экологические последствия войн/ В.В. Довгуша, М.Н.Тихонов // Экология промышленного производства. - 1995. - №1. - С.11-22.
28. Соколова А.И. Экологические последствия Американской Агрессии во Вьетнаме (1961-1975 гг.) / А.И. Соколова // Окружающая среда и мир на планете. - М.: Наука, 1986. - С. 59-78.
29. Гиляров М.С. Суровый обвинительный акт/ М.С. Гиляров // Вестн. АН СССР. - 1978. - №1. - С.139.
30. Stanton Kibel Paul. Vietnam. Legal reform and the fate of the forests/ Stanton

Kibel Paul // Environ. Policy and Law, -1995. - №4 - 5. - P. 241-244.

31. Дао Тьен Бан. Эколого-экономическая оценка последствий уничтожения лесов Вьетнама в результате американской агрессии / Дао Тьен Бан // Лесн. хоз. лес-бум. и деревообработ. пром. - 1989. - № 20. - С. 112-116.

32. Яблоков А.В. Охрана живой природы (проблемы и перспективы)/ А.В. Яблоков, С.А. Остроумов. - М.: Лесная промышленность, 1983. - 127с.

33. Фокин А.В. Диоксин - проблема научная или социальная?/ А.В. Фокин А.Ф. Коломиец // Природа - 1985. - №3. - С.7-10.

34. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование/ Исаченко А.Г. - М.: Высшая школа, 1991. - 365с.

35. Криволуцкий Д.А. Микроартроподы в почвах Южного Вьетнама, подвергшихся экоцидному воздействию "химической войны"/ Д.А. Криволуцкий, Хоанг Ким Хой // Сб. Отдаленные биологические последствия войны в Южном Вьетнаме. – М., 1996. - С. 66 - 74.

36. Данг Игэк Тхань. Основные направления экологических исследований во Вьетнаме/ Данг Игэк Тхань // Пробл. экологии: Матер. I. Учредит. совещ. акад. наук соц. стран по пробл. "Экологии". - Суздаль-Петрозаводск, 1990. - С.111-113.

37. Коломеев М.П. О влиянии нефтяных пожаров в Кувейте на климат/ М.П. Коломеев, С.А.Никонов, С.Л. Малышев [та ін.] // Метеорология и гидрология. - 1991. - №8. - С.5-10.

38. Зонн И.С. Экологические последствия войны в Персидском заливе/ И.С. Зонн // Изв. АН. сер. Географ. - 1992. - № 2. - С.140-147.

39. Curr Rangarajans. Gulf war and the Indian monsoon/ Curr Rangarajans // Sei. - 1991. – 60,№11. - P. 622-623.

40. Saenger B. Cleaning up the Arabian Gulf. Aftermath of an oil spill/ Saenger B. // Search. - 1994. – 25, №1. - P.19-22.

41. Hobbs Peter V. Atmospheric effects of smoke from the Kuwait oil fires/ Hobbs Peter V. // Ecos. - 1992. – 73, №3. - P.32.

42. Cigles Kent. The aftermath of war/ Cigles Kent, Shearman Jennifer// Chem Eng. - 1991. – 98, №7. - P.44A, 44C-44D.
43. Виноградов С.В. Экологическая катастрофа в Персидском заливе – последнее предупреждение / С.В. Виноградов // Мир Океанам. - 1991. - №4. - С.79-82.
44. Авдохин В.П. Пожары в Кувейте разрушают окружающую среду/ В.П. Авдохин // Чрезв. сит. и гражд. об. за руб. - 1992. - №1-2. - С.20.
45. Hosny Emara I. Oil pollution on in the arabian gulf and the effect of the gulf war on its marino environment: review and progress report/ Hosny Emara I. // Chean Seas: 91 Conf., Valletta., 19-22 Nov. 1991. - P.1-13.
46. Saenger B. Cleaning up the Arabian Gulf. Aftermath of an oil spill/ Saenger B. // Search. - 1994. – (25) №1. - P.19-22.
47. Pech L. Spoils of war/ Pech L. // Amicus J. - 1991. – (13) №2. - P. 6-9.
48. Heminig D. Zwei Jahredanach: Hat der Arabische Jolf den Okoterrouberlebt/ Heminig D. // Umweltmagarin. - 1992. – (21) №10. - P.42- 44.
49. Роберте А. Ущерб, нанесенный природной среде во время войны в Персидском заливе/ Роберте А. // Защита окружающей среды в международном гуманитарном праве. - М., 1995. - С.53-69.
50. Королёв-Перелешин А.Ю. Вооруженные силы, боевая техника и проблемы защиты окружающей среды/ А.Ю. Королёв-Перелешин, В.С. Стахорский, В.Н. Савельев [и др.] // Экология промышленного производства. - 1994. - №1. с. 3-9.
51. Ротфельд А. Д. Международная безопасность и разоружение/ А. Д. Ротфельд // Мировая экономика и международные отношения. - М.: Наука, 1994.- С.4.
52. Аль Сабунчи А.А. Эколога-гигиенические проблемы Ирака / Аль Сабунчи А.А. // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2009. – №1. - 71-73.
53. Рудько Г.І. Наукові та методологічні основи екологічної геології / Г.І. Рудько // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2001. – № 1. – С. 11-19.

54. Рудько Г.І. Екологічна безпека навколишнього природного середовища України. Контури проблеми / Г.І. Рудько, Б.Ю. Депутат // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 4. – С. 22-29.

55. Рудько Г.І. Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових і нафтогазових комплексів: Монографія / Г.І. Рудько, Л.Є. Шкіца – К.: Нічлава, 2001. – 528 с.

56. Торба А.И. Естетственное плодородие терриконигов / А.И. Торба, Л.Г. Зубова, О.А. Чижикова // Уголь Украины. - 1990. - №6. - С. 24 - 25.

57. Зубова Л.Г. Формирование сернокислых ландшафтов на территории Донбасса / Л.Г. Зубова // Уголь Украины. - 1998. - №11. - С.20 - 22.

58. Долгова Т.І. Техногенне навантаження на системи ґрунтів південних районів Дніпропетровської області / Т.І. Долгова // Вісник Житомирського інж.-технол. ін-ту. – 2002. – № 3(22). – С. 152-157.

59. Зубова Л.Г. Воздействие горной промышленности на состояние ландшафтов Донбасса / Л.Г. Зубова // Зб. наук. праць Луганського сільськогосподарського інституту. - 1998.- № 2 (6). - С. 19-21.

60. Зубова Л.Г. Воздействие горнодобывающей промышленности на естественные ландшафты Донбасса / Л.Г.Зубова, В.А. Гречка, Ю.В. Матюшенко // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1999.- № 4.- С. 63-66.

61. Бауэр Л. Забота о ландшафте и охрана природы / Л. Бауэр, Х. Вайничке. - М: Прогресс, 1971. - 264 с.

62. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты / Мильков Ф.Н. - М.: Мысль, 1973. - 223с.

63. Денисик Г.И. Беллигеративные ландшафты Правобережной Украины/ Г.И. Денисик // Антропогенные ландшафты: структура методы и Прикладные аспекты изучения - Воронеж.:ВУ, 1988. - С.89 - 97.

64. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты/ Мильков Ф.Н. - М.: Мысль, 1978. - 85с.

65. Ракита С.А. Устойчивость геосистем: подходы к практически реализуемой оценке/ С.А. Ракита // География и природные ресурсы. - 1980. - №1. - С.136-142.
66. Гальперин А.М. Техногенные массивы и охрана окружающей среды / Гальперин А. М., Ферстер В., Шеф Х.-Ю. – М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 1997. – 534 с.
67. Панас Р.М. Агроекологічні основи рекультивації земель / Панас Р.М. – Львів, 1989. - 160 с.
68. Экология и охрана природы при открытых горных работах / [Томаков П.И., Коваленко В.С., Михайлов А.М., Калашников А.Т.]. - М.: Издательство Моск. гос. горного ун-та. – 1994. - 418 с.
69. Долгова Т.И. Экологическая оценка качества почвенных ценозов с учетом степени их засоления / Т.И. Долгова // Вісник Нац. техн. ун-ту України. Сер. «Гірництво». – К.: НТУУ «КПІ»: ЗАТ «Техновибух», 2003. – Вип. 8. – С. 147-153.
70. Долгова Т.И. Визначення функцій самовідновлення екосистем ґрунтів при різних рівнях їх забруднення / Т.И. Долгова // Екологія і природокористування. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2000. – Вип.2. – С. 88-91.
71. Долгова Т.И. Обоснование выбора методов рекультивации земель (на примере почв, трансформированных под воздействием пыления объектов горнодобывающих предприятий) / Т.И. Долгова, Л.В. Уварова // Труды Міжнар. наук.-практ. конф. «Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивація, охорона». – Днепропетровск: ДАУ, 2003. – С. 165-167.
72. Дороненко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками / Дороненко Е.П. - М., Недра, 1979. - 263 с.
73. Галиулин Р.В. Инвентаризация и рекультивация почвенного покрова агроландшафтов, загрязненного различными химическими веществами / Галиулин Р.В. // Агрехимия. – 1994. - №7. - С.132-143.

74. Ивонин В.М. Защита черноземов от техногенного загрязнения / В.М. Ивонин, Г.Е. Шумакова // Улучшение и использование малопродуктивных почв. – М., 1991. - С.103-109.

75. Пат. 2462854 Российская Федерация, МПК⁶ А01В79/02. Способ биологической рекультивации отвалов пустых пород алмазных карьеров/ Миронова С. И.; заявитель и патентообладатель Научно-исслед. Ин-т прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета. - № 2010116462/13; заявл. 26.04.2010; опубл. 10.01.2011

76. Пат. 2101898 Российская Федерация, МПК⁶ А01В79/02, С09К17/00. Способ реставрации загрязненных почв / Ермаков Е.И.; заявитель и патентообладатель Акционерное общество закрытого типа "ТрансРЭС". - № 94024077/13; заявл. 06.07.1994; опубл. 20.01.1998

77. Естественное восстановление антропогенно-измененных почв [Электронный ресурс] / А. В. Захарченко // Вестник ТГПУ. – 2005. - №7. – С.114 – 118. – Режим доступа до журн. : <http://cyberleninka.ru/article/n/estestvennoe-vosstanovlenie-antropogenno-izmennyh-pochv#ixzz2HD71cRjB>

78. Л.Л. Ефремова Пути устранения негативного действия свинца на растения / Ефремова Л.Л., Черных Н.А. // Бюллетень ВИУА. - 1982. - № 92. - С.16-18.

79. Молчан И.М. Селекционно-генетические аспекты содержания экотоксикантов в растениеводческой продукции / И.М. Молчан // Сельскохозяйственная биология. - 1996. - №1 - С.55-56.

80. Осипов А.И. Биологические приемы снижения загрязнений растений тяжелыми металлами / А.И.Осипов, Ю.В. Алексеев // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. - №1. - С.4-5

81. Пат. 2108016 Российская Федерация, МПК⁶ А01В79/00, А01В79/02. Способ рекультивации засоленных почв / Тазиева Э.М.; заявитель и патентообладатель Нефтегазодобывающее управление "Иркеннефть" Открытое

акционерное общество "Татнефть". - № 97109011/13, заявл. 29.05.1997; опубл. 10.04.1998

82. Пат. 71599 Україна, МПК⁶ C05F 17/00; C05F 11/08, C02F 3/34, B09B 3/00, B09C 1/10, A01B 79/02. Спосіб утилізації нафтових відходів, засіб рекультивациі засолених ґрунтів та спосіб його одержання, сільськогосподарське органо-мінеральне добриво та спосіб його одержання, спосіб рекультивациі ґрунтів / Дуброва О.А.; заявник та патентовласник Дуброва О.А., Андрющенко А.В. - № 2001086041, заявл. 31.08.2001; опубл. 15.12.2004, Бюл. № 12.

83. Пат. 2442668 Российская Федерация, МПК⁶ B09C1/10, A01N25/32. Препарат для биологической очистки почвы, загрязненной хлорорганическими веществами, свойственными выбросам химического предприятия / Лобачева Г.К.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Волгоградский государственный университет" . - № 99011134/11, заявл. 01.06.2010; опубл. 20.02.2012

84. Пат. 2426291 Российская Федерация, МПК⁶ A01B79/02, B09C1/00. Способ биологической рекультивации загрязненных земель карт шламонакопителей отходов химической промышленности / Добрыднев Е.П.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет". - № 85026755/ 07, заявл. 28.05.2010; опубл. 20.08.2011

85. Пат. 2410170 Российская Федерация, МПК⁶ B09C1/10, C12N1/26. Способ очистки загрязненного грунта / Быков В.И.; заявитель и патентообладатель Быков В.И. - № 96080776/ 11, заявл. 29.12.2008; опубл. 27.01.2011

86. Пат. 2415723 Российская Федерация, МПК⁶ B09C1/08 A62D3/00. Способ реагентной рекультивации почв/ Чупис В.Н; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение "Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии". - № 61865402/22, заявл. 09.12.2009; опубл. 10.04.2011

87 Пат. 2243638 Российская Федерация, МПК⁷ А01В79/02, А01В13/16, В09С1/10, С02F3/34. Способ восстановления загрязненных почв, грунтов и вод / Сатубалдин К.К.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество Научно-производственная система (НПС) "Элита-комплекс" . - № 2002127139/12, заявл. 10.10.2002; опубл. 10.04.2004.

88. Пат. 2446899 Российская Федерация, МПК⁶ В09С1/08 А62D3/00. Способ комбинированной рагентной детоксикации и рекультивации почв / Чупис В.Н; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение "Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии". - № 11789544/32, заявл. 04.10.2010; опубл. 10.04.2012

89. А.с. 1743385 СССР, МКИ А 01 В 13/16. Способ борьбы с эрозией почв: /А.Р. Зубов, Н.М. Шелякин, Л.Г. Зубова (СССР).- №4764361/15; Заявлено 04.12.89; Опубл. 30.06.92, Бюл. № 24.-2 с.

90. Пат. 47206А Україна, МПК⁶ А01В 79/02, А01С 7/00. Спосіб захисту ґрунтів від ерозії / Бардин Я.Б.; заявник та патентовласник Бардин Я.Б. - № 2001096113, заявл. 04.09.2001; опубл. 17.06.2002, Бюл. № 6.

91. Пат. 39210 Україна, МПК⁶ А01В 79/02, А01В 13/16. Спосіб захисту ґрунтів від ерозії на схилі / Шквира А.С.; заявник та патентовласник інститут механізації та електрифікації сільського господарства Української академії аграрних наук - № 96031063, заявл. 20.03.1996; опубл. 15.06.2001, Бюл. № 5.

92. Тания И.В. Пространственно-временной анализ нарушенности природных комплексов республики Абхазия в результате военных действий и особенности их восстановления : автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»/ И.В. Тания. – Екатеринбург, 2000.- 18 с.

93. Кульский Л.А. Химия воды: Физико-химические процессы обработки природных и сточных вод/ Л.А. Кульский, В.Ф. Накорчевская – К: Вища школа, 1983. - 240 с.

94. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды / Кульский Л. А.– К: Наукова думка, 1991. – 568 с.

95. Сторчак В.А. Питання доочищення та використання стічних вод в системах водного господарства/ В.А. Сторчак, А.В. Чернопозинский, В.П. Хорунжий // Сучасні проблеми екологічної безпеки та економічності роботи систем водопостачання і каналізації: матеріали міжнародної конф., 4-7 жовтня 2000 р. – Трускавець, 2000. –С. 39 - 42.

96. Пат. 2091328 Россия, МКИ⁶ С 021/78. Установка озонирования воды/ Зубков В.И. (Россия); заявитель и патентообладатель КБ Химавтомат. - № 95118365/25; заявл. 25.10.95; опубл.27.9.97, Бюл. № 27.

97. Гомеля И.Н. Оценка эффективности катионитов КУ – 2- 8 и Aqualite К – 100 FC при умягчении воды в присутствии ионов железа / И.Н. Гомеля, Ю.А. Омельчук, В.М. Радовенчик // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2008. - №3 .- С.62 - 65.

98. Кузнецов О.Л. Применение ультразвука в нефтяной промышленности / О.Л. Кузнецов– М. : Недра, 1983. – 193 с.

99. Кардашев Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии / Г.А. Кардашев– М.: Химия, 1990. - 208 с.

100. Андронов В.А. Екологічно безпечні системи оборотного водопостачання коксохімічних, металургійних і машинобудівних підприємств: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / В.А. Андронов. – Донецьк, 2006. - 32 с.

101. Гомеля М.Д. Створення нових ресурсозберігаючих технологій кондиціонування та очищення води для промислових систем водокористування автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / М.Д. Гомеля. – Київ, 2003. - 34 с.

102. Куценко Ю.М. Застосування енергії ЕМП в технологічних процесах виробництва і переробки продукції рослинництва/ Ю.М. Куценко, М.І.Лукашенко // Наукові доповіді Національного аграрного університету. - 2006. - №1 (2) – с. 12 – 28.

103. Хацуков С.М. Исследование свойств электроактивированной воды/ С.М. Хацуков // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2003.- №3. – с.14-15
104. Ибрагимов М.И. Импульсная магнитная обработка питьевой воды / М.И. Ибрагимов, А.С. Бердышев // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 1999.- № 2-3. – с.19-20
105. Бритова А.А. Активация воды лазерным излучением, магнитным полем и их сочетанием/ А.А. Бритова, И.В. Адамко, В.Л. Бачурина // Вестник Новгородского государственного университета. – 1998. - №7. - с. 20 -23
106. Ахметов У.Ш. Методы индикации магнитной воды / Ахметов У.Ш., Ведерников А.П., Поленов Л.Ф. - Казань: Изд. Казанского университета, 1972.- 73 с.
107. Кульский Л.А. Вода знакомая и загадочная/ Кульский Л.А., Даль В.В., Ленчина Л.М. – К: Наукова думка, 1989. – 78 с.
108. Горленко Н.П. Низкоэнергетическая активация цементных и оксидных вяжущих систем электрическими и магнитными полями: Автореф. дис. ... доктора техн. наук: спец. / Н.П. Горленко - Томск, 2007. - 46 с.
109. Самолов О.Я. Структура водных растворов и гидратация ионов/ Самолов О.Я.– М.: Изд-во АН СССР, 1957.- 185 с.
110. Darwish S. Capacity of anodic oxide films on bismuth in various solution/ Darwish S., Ammar J.A., Khalil M. // Corrosion (USA). 1980. 36. №5, p. 220 – 225.
111. <http://www.easttime.ru/countries/topics/2/12/86.html> Географія Ірака
112. Khordagui H. Comment Current Environment Events/ H. Khordagui // Environmental Management. – 1991. – Vol.15, № 4. – С. 445 – 449.
113. Гареев А.М. Методические основы геоэкологических исследований/ А.М. Гареев // Экологические проблемы Республики Башкортостан. Межвуз. сб. науч. тр. У.: Баш. пед-т., 1997. - С. 3 - 10.
114. Видина А.А. Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтными исследованиям / Видина А.А. - М. : Изд-во Моск. унив-та, 1962. - 120с.

115. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и природных ландшафтов / Глазовская М.А. - М.: Изд-во. Моск. унив-та, 1964. - 230с.
116. Федорец Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н.Г. Федорец, М.В. Медведева. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. - 84 с.
117. Мякина Н.Б. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв / Мякина Н.Б., Аринушкина Е.В. - М.: МГУ, 1979. - 62с.
118. Аранович Г. И. Справочник по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды/ Аранович Г.И., Коршунов Ю.Н., Ляликов Ю.С. – Л.: Судостроение, 1979. – 648 с.
119. Shevchenko S.N. The impact of the use of magnetic technology in the Hydrogen Number (pH) and Salinity (EC) of irrigation water and soil / S.N. Shevchenko, Aeham Al-Rawi, Alias Naser Ibraheem // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2011. - № 3 (25). – С. 45 – 48.
120. Новицкий П. В. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В. Новицкий, И.А. Зограф. – Л.: Энергоиздат, 1985. – 248 с.
121. Воеводин В. В. Математические модели и методы в параллельных процессах / В. В. Воеводин. – М.: Наука, 1986. – 296 с.
122. Грешилов А.А. Математические методы построения прогнозов / А.А. Грешилов, В.А. Стакун, А.А. Стакун. – М.: Радио и связь, 1997. – 112 с.
123. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента: [Т.2.] / Н. Джонсон, Ф. Лион; [пер. с англ. Э. К. Лецкого, Е.В. Марковой]. – М.: Мир, 1972. – 516 с.
124. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.
125. Шашков В.Б. Прикладной регрессионный анализ. Многофакторная регрессия: Учебное пособие / В.Б. Шашков — Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2003. - 363 с.

126. Пляцук Л.Д. Відновлення ґрунтів, порушених у ході війни в Іраку / Л.Д. Пляцук, Н.І. Аліяс // Екологічна безпека. – 2012. - № 2 (14). – С. 37 - 40.
127. Смирнов Н.Н. Военное разрушение биосферы //Кибернетика, ноосфера и проблемы мира. - М.: Наука, 1986. - С. 59-65.
128. Пляцук Л.Д. Исследование ґрунтов в зоне военных действий Ирака/ Л.Д. Пляцук, Л.Л. Гурец, Аліяс Насер Ібрагім // Наука и образование Южного Казахстана. – 2012. - № 3/4 (94/95). – С. 193 – 198.
129. Миркин Б.М. Антропогенная динамика растительности / Б.М. Миркин // Итоги науки и техники . Серия Ботаника. - М. : ВИНТИ, 1984. – Т.5. - С.139-231.
130. Пляцук Л.Д. Оценка качества поверхностных провинции Ниневия / Л.Д. Пляцук, Н.И. Аліяс // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2011. - № 8 (23). – С. 51 – 56.
131. Mohorjy. Preliminary Assessment of Waqter Quality along the Red Sea Coast near Jeddah, Saudi Arabia / Mohorjy, A.M. Khan // Water International. – 2006. - Vol.31, №1. – P. 109 -115.
132. Khordagui H. Environmental Impact of the War on Iraq [Електронний ресурс]/ Н. Khordagui// <http://www.escwa.org.lb/divisions/iraq/environmental.html>.
133. Al-rawi. Sources and effects of pollution of the water in Tigris rever, Mosul city / Al-rawi, Sateh M. // Al-Sabah. – 2010. – P. 13 – 15.
134. Пляцук Л.Д. Влияние сточных вод на окружающую среду провинции Ниневия, Ирак / Л.Д. Пляцук, Н.И. Аліяс // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2010. - № 2 (22). – С. 89 – 94.
135. Alias Naser Ibraheem. Ecological and economical importance of waste water treatment / Alias Naser Ibraheem // Сучасні технології в промисловому виробництві: матеріали наук.-техн. конф. викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій. Ч.3, 18-22 квіт. 2011р. – Суми, 2011. – С. 50.
136. Пляцук Л.Д. Исследование качества подземных вод в некоторых районах провинции Ниневия / Л.Д. Пляцук, Аліяс Насер Ібрагім М., Юнис

Башир Н. // Науковий вісник будівництва. – 2012. - № 67. – С. 240 – 246.

137. Plyatsuk L.D. A study some quality properties of the sulfur water springs water in Iraq, Ninevah provice/ L.D. Plyatsuk, Ibraheem A.N., Sulayman Z.N., B.N. Unis // Науковий вісник будівництва. – 2011. -№65. - С. 339-345.

138. Plyatsuk L.D. Study of groundwater quality in some areal of the province of Nineveh (Iraq) / L.D. Plyatsuk, Sulayman Z.N., Ibraheem A.N.// Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд: V міжнар. наук. конф., 18-19 жовтня 2011р.: тези доповідей. – Х., 2011. – С. 33.

139. Richard L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil/ L.A. Richard // USDA agricultural Handbook US department of agriculture. – 1954. - № 60. – p. 160.

140. Wilcox L.V. Classification and use of irrigation water/ L.V. Wilcox // US department of agriculture. – 1955. – Circ. 969. – p.19.

141. Яндыганов Я.Я. Экологическое воспроизводство/ Яндыганов Я.Я. - Екатеринбург.: Изд-во Урал.гос.экон.ун-та,1998. - 288с.

142. Колесников Б.П. Рекультивация техногенных ландшафтов // Человек и среда обитания / Б.П. Колесников. - М.: Наука, 1974. - С. 220-232.

143. Колядный М.Ф. Рекультивация нарушенных земель в ФРГ/ М.Ф. Колядный, В.А. Овчинников. - М.: Наука, 1976. - 39с.

144. Моторина Л.В. Опыт рекультивации нарушенных промышленностью ландшафтов в СССР и зарубежных странах / Л.В. Моторина. - М.: Наука, 1975. - 83с.

145. Трофимов С.С. Биологическая рекультивация земель в Сибири и на Урале (рекомендации и экспериментальные схемы) / С.С. Трофимов. - Новосибирск: Наука, 1981. - 112с.

