Волков Андрій Ігорович, доцент кафедри екології та охорони довкілля Одеського державного екологіч&shy;ного університету: &laquo;Геоінформаційні моделі і системи підтримки прийняття рішень оцінки та контролю рівня техногенного навантаження на довкілля&raquo; (11.00.11 - конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів). Спецрада Д 26.001.07 у Київсько&shy;му національному університеті імені Тараса Шевчен&shy;ка

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

УДК 911.9/504.05

ВОЛКОВ Андрій Ігорович

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ І СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОЦІНКИ ТА КОНТРОЛЮ РІВНЯ

ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ

Спеціальність 11.00.11 - конструктивна географія та раціональне

використання природних ресурсів

 Подається на здобуття наукового ступеня доктора географічних наук.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.І.Волков

 Науковий консультант:

 САФРАНОВ Тамерлан Абісалович,

 доктор геолого-мінералогічних наук, професор

 Одеса - 2019

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ……………………………… 26

ВСТУП……………………………………………………………… 28

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОГРАФІЧНИХ

ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І МОДЕЛЕЙ ПРОСТОРОВИХ

ДАНИХ……………………………………………………………… 37

1.1 Формування геоінформційних технологій ……………………… 37

1.2 ГІС-моделювання. Підходи і структура ………………………….. 41

1.3 Загальна роль геоінформаціних технологій у вирішенні завдань

керівництва якістю навколишнього середовища………………… 43

1.3.1 Методологічні основи створення регіональних ГІС……………. 45

1.4 Моделі даних в ГІС……………………………………………….. 46

1.5 Принципи організації моделей просторових даних……………… 49

1.5.1 Основні види моделювання………………………………………. 52

1.6 Механізми узагальнення даних в геоінформаційних системах…. 59

Висновки до Розділу 1…………………………………………….. 68

РОЗДІЛ 2 ПРИНЦИПИ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ

МОДЕЛЕЙ В ГІС…………………………………………………. 72

2.1 Застосування елементів матричної алгебри в ГІС………………… 75

2.2 Метод кінцевих різностей ………………………………………… 78

2.3 Багатовимірний аналіз ……………………………………………… 79

2.4 Інтегральні індекси як багатоатрибутивні оцінки стану

довкілля……………………………………………...……………… 85

2.5 Модель порівняння територіальних систем за інтегральним

рівнем техногенного навантаження………………………………

Висновки до Розділу 2…………………………………………......

93

105

РОЗДІЛ 3 ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ… 109

3.1 Етапи процесу прийняття рішень………………………………… 120

3.2 Моделі і методи прийняття рішень…………………………………124

3.3 Цільові функції. Принципи і типи оптимізації………………….. 134

3.3.1 Принципи безумовної оптимізації………………………………… 136

3.3.2 Принципи умовної оптимізації…………………………………… 138

3.3.3 Графічне представлення цільових функцій……………………… 139

3.4 Принципи функціонального зонування територій……………… 143

3.4.1 Фактори природокористування та типи територіальних 145

25

Конфліктів……………………………………………………………

3.4.2 Усунення конфліктних ареалів як один із напрямів оптимізації

природокористування ……………………………………………… 159

Висновки до Розділу 3……………………………………………… 164

РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ …………………………………………… 168

4.1 Пакет розробки СППР Analytica ………………………………… 168

4.2 Пакет розробки СППР iThink……………………………………… 175

4.3 Пакет обробки просторово-орієнтованої інформації QGIS ………176

4.3.1 Моделювання в QGIS ……………………………………………… 180

4.3.2 Робота з алгоритмами обробки просторово-орієнтованої

інформації у QGIS ………………………………………………… 189

4.4 Реалізація модулів обробки із об’єктно-орієнтованого

програмування………………………………………………………

Висновки до Розділу 4………………………………………………

199

212

РОЗДІЛ 5 КОМПЛЕКСНА СППР ОПТИМІЗАЦІЇ

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НА БАЗІ ГІС МОДЕЛЕЙ

ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ…………215

5.1 Оптимізація використання території об’єкту

ПЗФ «Гомільшанські ліси»………………………………………… 255

5.2 Оптимізація використання території Тилігульського лиману…. 258

5.3 Обробка даних дистанційного зондування на прикладі аналізу

просторового розподілу нафтового забруднення водного

середовища………………………………………………………… 260

Висновки до Розділу 5……………………………………………… 267

ВИСНОВКИ………………………………………………………… 270

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ………………………… 276

ДОДАТКИ…………………………………………………………. 297

ВИСНОВКИ

Удисертаційномудослідженніпредставленодетальнийопис

архітектуриатакожпроцесіврозробкиізастосуваннягеоінформаційних

моделейщоспрямованінаоцінкурівнятехногенногонавантаженняна

довкілляВирішенеактуальнезавданнящодопоєднаннякомплексу

математичнихмоделейікомп’ютернихпрограмщостосуютьсяоцінкирівня

техногенногонавантаженнянадовкілляуєдинуСППР

Виявленоосновніпроблемиприйняттярішеньщодооцінкирівня

техногенногонавантаженнянадовкілляатакожнайменшзабезпечені

модельнимиінструментамиетапиприйняттярішень

Запропонованозагальнуконцепціющобазуєтьсянагеоінформаційних

моделяхіметодаханалізупросторовокоординованоїінформаціїВирішено

науковупроблемущодовизначенняіаналізуінтегральнихоцінокрівня

техногенногонавантаженнянадовкіллящодопомагаєздолатипроблему

поєднанняпоказниківякіхарактеризуютьстанокремихтериторіальних

системТакожвирішенозавданняінформаційноїпідтримкивідповідних

рішеньщоспрямованонаоптимізаціюпросторовогорозподілутехногенного

навантаженнянадовкіллящоускладнюєтьсявідсутністюсучасного

науковометодичногоіпрограмногозабезпечення

Вякостіосновнихінструментівобробкиіаналізупросторовоорієнтованоїістатистичноїінформаціїбулозастосовано

Геофнформаційнийпакет

Авторськийінтегрованийпакет

розробленоіззастосуваннямоб’єктоорієнтованої

мовипрограмуванняСусередовищі

Врезультатіпроведеногодослідженняможназробитинаступні

висновки

Виконанорозробкуконцептуальнихположеньгеомодельного

структуруваннятериторіальнихсистемтапринципівотримання



інтегральногопоказникарівнятехногенногонавантаженнящопередбачало

введенняновихпонять

Атомарнийелементзонуваннятериторій–цепевнаділянкатериторії

щоурамкахдослідженнярозглядаєтьсяякнеделимеутворенняалевсвою

чергуможескладатисьізбільшдрібнихелементівщоповинізабудьяких

умоврозглядатисьразомФактичнокоміркаєокремимвипадком

геокластерудоскладуякоговходитьлишеоднакоміркатомунищебудемо

використовуватилишепоняттягеокластерудивнижче

Геокластер–атомарнийурамкахзастосованої

геоінформаційноїмоделіелементтериторіїякийхарактеризується

відповідноюматрицеювекторомпоказниківщовідповідаютьпевному

тематичномуописудовкілля

Конфігураціятехногенноговпливунатериторіїщовизначається

суперпозицієювисокихзначеньокремихпоказниківрівнятехногенного

навантаження

Дискретнеранжування–алгоритмвідносногоранжуваннявекторних

величинзаїхнормамизгідновідповідногодискретногошагу

Запропонованометодикарозрахункугеокластерівіїхтериторіального

групування

Запропонованосемантичнийописпоказниківрівнятехногенного

навантаженнянадовкіллящонадаєможливістьїхупорядкуванняуєдину

систему

ЗапропонованозагальнусхемуГІСмоделейпросторового

розподіленнярівнятехногенногонавантаженнянабазіякоївзалежностівід

поставленогозавданняможнаотриматисукупністьвідповіднихокремих

моделей

Набазіпредставленихгеоінформаційнихмоделейреалізовано

масштабовануГІСщовключаєбанкстатистичнихданихщодотехногенного

навантаженнянадовкілля



Розробленогеоінформаційнамоделькомплексноїоцінкирівня

техногенногонавантаженнянагеокластерВрамкахрозробкимоделі

розробленобанкпросторовихданихщохарактеризуєприродніі

антропогеннікомпонентитериторіїУкраїнищоміститьпонадокремих

шарів

Виконанодослідженняметодичнихпитаньреалізаціїмоделінабазі

розробленихдіалоговихалгоритмівбагатокритеріальноїоптимізації

застосуваннятериторійщодовирішенняпроблемизменшення

функціональнихконфліктів

Визначенокритеріїоцінкивластивостейметодівоптимізації

використаннятериторійщорозглядаються

Розробленометодикаурахуванняпросторовоїічасовоїскладовихпри

дослідженністійкостітериторійдотехногенноговпливу

Розробленозагальнуструктуруінформаційноїсистемиоцінки

просторовогорозподілурівнятехногенногонавантаженнявизначенийсклад

програмнихмодулівякіреалізуютьмоделіприйняттярішеньщодо

оптимальнорозподілутехногенногонавантаження

Запропонованоматематичнийапаратпорівняннягеосистемнабазі

застосуванняалгоритмівлінійногопрограмуванняіззастосуваннямцільових

функцій

Сформовановимогидоякіснихікількісниххаратеритикахвихідних

данихзапропонованопідхіддляаналізувихідноїінформаціїуразінечітких

множин

Запропонованопідхіддозастосуванняекспертноїоцінкипри

встановленніпріоритетностіпоказниківякостінавколишньогосередовища

перевагамиякогоєможливістьформалізуватисвоїнечіткіуявленнята

трансформуватиїхумовукількіснихоцінок

Запропонованопоказникінтегральногорівнятехногенного

навантаженнятайогоматричнепредставлення



Розробленокомплекснаматематичнамодельрозрахункурівня

техногенногонавантаженнянадовкіллящовраховуєсукупність

індивідуальнихпоказниківнаокремікомпонентинавколишнього

середовища

Розробленометодранжуваннятериторійзарівнемтехногенного

навантаженнянабазіпоєднанняалгоритмівбагатовимірноїобробки

інформаціїзокремакластерногоіфакторногоаналізів

Побудованостатистичнумодельякадозволяєсистемнонакопичувати

просторовоорієнтованіданіщопредставляютьрізніаспектирівня

техногенногонавантаженнянадовкілля

Сформульовановимогидосистемиоптимізаціїрівнятехногенного

навантаженнянадовкіллятарозробленопрограмнуреалізаціюдіалогової

системибагатокритеріальноїоптимізації

Наданоаналізметодівматематичнихтаевристичнихправилнавсіх

етапахприйняттярішеньСформованопідхіддозастосуванняметодів

інтелектуальноїСППРзточкизоруневизначеностівиборуіобласті

застосуваннязадачіщовирішуєтьсязвикористаннямтеоріїнечітких

множинекспертнихпроцедурметодівцільовихфункційтощо

Запропонованоалгоритмфункціональногозонуваннятериторійта

методикапошукуальтернативнихрішеньщодооптимізаціїзастосування

територійщорозглядаються

Наосновікласичноїсхемиприйняттярішеньісхемиметодівщо

об’єднуютьосновніетапиСППРпобудованофункціональнусхемуСППР

щовідповідаєвимогамсучаснихтенденційуобластітеоріїприйняття

рішеньЗапропонованасхеманадаєможливістьвикористаннябанкуданих

якийнеобхіднийдлязбереженнямоніторингуіаналізувеликихобсягів

інформаціїсистемищоорієнтуєтьсянапідтримкуприйняттярішеньзавдань

щовідносятьсядорізнихкласівПриумовіреалізаціїСППРврамках

наведеноїсхемиіснуєможливістьрозширеннякількостііколазавданьв



процесіексплуатаціїзаумовпрограмноїмодернізаціїСППРінаповненнябаз

відповіднихвихіднихданих

Розробленосхемищоописуютьоб’єктноорієнтовануструктуру

СППРуаспектівзаємодіїокремихпрогранихінструментівміжсобоютас

користувачем

Розробленоструктуруіскладпрограмногомодуляатакож

відповіднібібліотекиалгоритмів

Запропонованоієрархічнумодельвиборушляхівпокращеннястану

територійзавдякиоптимізаціїрозподілурівнятехногенногонавантаження

Набазізапропонованоїмоделібулорозрахованокартографічний

матеріалщодофункціональнихконфліктівнадержавномурівнінаприкладі

територіїУкраїнибулоотримановідповіднийкартографічнийматеріал

Конфліктніареаливмісцяхнакладеннячисусідстватериторійщо

характеризуютьсяприродоохоннимиіселітебнимифункціямиКонфліктні

ареаливмісцяхнакладеннячисусідстватериторійщохарактеризуються

селітебнимиітранспортнопромисловимифункціямиКонфліктніареалив

місцяхнакладеннячисусідстватериторійщохарактеризуються

рекреаційнимиітранспортнопромисловимифункціямиВмісцях

накладеннячисусідстватериторійщохарактеризуються

природоохороннимиітранспортнопромисловимифункціями

Геокластеризаціятериторіїзапріоритетамиоптимізації

природокористуванняГеокластеризаціятериторіїУкраїниза

необхідністюмінімізаціїконфліктнихтериторійзурахуваннямтехногенного

навантаженнянаатмосфернеповітряГеокластеризаціятериторіїУкраїни

занеобхідністюмінімізаціїконфліктнихтериторійзурахуванням

техногенногонавантаженнянаприродніводиГеокластеризаціятериторії

Українизанеобхідністюмінімізаціїконфліктнихтериторійзурахуванням

техногенногонавантаженнянаґрунтиГеокластеризаціятериторіїУкраїни

занеобхідністюмінімізаціїконфліктнихтериторійзурахуванням

техногенногонавантаженнящоформуєтьсявідходамитвердими



промисловимиіпобутовимивідходамиГеокластеризаціятериторії

Українищонайбільшсприятливідлярозширенняселітебногосектору

ГеокластеризаціятериторіїУкраїнищонайбільшсприятливідля

розширеннярекреаційногосекторуГеокластеризаціятериторіїУкраїни

щонайбільшсприятливідлярозширенняприродоохоронногосектору

Представленокомплекснийнаборалгоритмівіметодівпідтримки

прийняттярішеньщонадаєможливістьзбільшитикількістьфункціональних

завданьурізнихпредметнихсферахуправлінськоїдіяльності

Застосуваннязапропонованихмоделейіпрограмногопродуктущоїх

поєднуєпідвищуєобґрунтованістьрішеньвобластіоптимізаціїрозподілу

рівнятехногенногонавантаженнянадовкіллятауправлінняякістю

навколишньогосередовищаоскількидозволяє

систематизуватипроцесаналізутехногенногонавантаженнянаокремі

компонентидовкілляатмосфернеповітряприродніводитаґрунти

формуватипріоритетнінапрямкизастосуваннятериторійдля

перерозподілурівнятехногенногонавантаженнянадовкілля

знижуватикількістьтериторійщохарактеризуютьсяфункціональними

конфліктами

Запропонованийкомплексматематичнихмоделейіалгоритмівщо

поєднаноупрограмномумодулінавідмінністьвідіснуючиханалогів

щобазуютьсянапрограмнихпродуктахідозволяє

досягнутикомплексностіібезперервностіупроцесізниженнянегативного

впливунатериторіїзавдякиперерозподілутехногенногонавантаженнята

зниженнюфункціональнихконфліктівтериторій

Іззастосуваннямвирішуєтьсяновезавданнявизначення

взаємозв’язкуміжнаявністюфункціональнихконфліктівтериторійтарівнем

техногенногонавантаженнянадовкілляЗастосуванняданогокомплексу

математичнихіпрограмнихзасобівдозволитьорганамдержавноївладина

державномуірегіональномурівняхвраховуватизниженнянегативного

впливунадовкілляпристратегічномуплануваннірозвитку