МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. ИВАН РИЛСКИ”
СОФИЯ
МИННО-ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧЕН ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА „МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА“

Маг. Десислава Кирилова Симеонова

ИНФОРМАЦИОННО-СЪВЕТВАЩИ СИСТЕМИ ЗА ПОЛЗИ И РАЗХОДИ ОТ МЕРКИТЕ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВОДНИТЕ ТЕЛА В МИННОДОБИВНИТЕ РЕГИОНИ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за присъждане на
образователна и научна степен "Доктор"

Научна област: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.13. Общо инженерство

Докторска програма: Компютърни технологии в инженерната дейност

Научни консултанти:
проф. д-р Юли Тодорчев Радев
доц. д-р Веселин Иванов Христов

СОФИЯ
2021

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Разширен катедрен съвет на катедра „Математика и информатика“ към Минно-електромеханичен факултет на МГУ „Св. Иван Рилски”, София, на 27.05.2021 г., съгласно Ректорска заповед № Р-390 от 17.05.2021 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои пред Научно жури, утвърдено със заповед № Р- 473 от 10.06.2021 г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски” и ще се проведе на 14.07.2021 г. от 10:00 часа в зала 204 Б на Минно-електромеханичен факултет, МГУ „Св. Иван Рилски”, София.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Сектор „Следдипломна квалификация” на МГУ „Св. Иван Рилски”, Ректорат, ет. 3, стая № 79, тел. 02/ 80 60 209.

Утвърденото Научно жури е в състав:

1. доц. д-р Теодора Василева Христова – МГУ– председател
2. доц. д-р Веселин Цветанов Митев – МГУ
3. проф. д-р Георги Петров Димитров – УНИБИТ – София
4. проф. д. н. Даниела Иванова Борисова – ИИКТ-БАН – София
5. доц. д-р Татяна Владимирова Атанасова ИИКТ-БАН – София

Резервни членове:

1. доц. д-р Васил Георгиев Гуляшки – ИИКТ-БАН – София
2. проф. д-р Михаил Атанасов Михайлов – МГУ

РЕЦЕНЗЕНТИ:

1. проф. д. н. Даниела Иванова Борисова
2. доц. д-р Веселин Цветанов Митев

Дисертантът е на самостоятелна подготовка към катедра „Математика и информатика“ на Минно-електромеханичен факултет.

Автор: маг. Десислава Симеонова

Заглавие: Информационно-съветващи системи за ползи и разходи от мерките за намаляване на замърсяването на водните тела в миннодобивните региони

Тираж: 20 броя
Отпечатано в Издателска къща „Св. Иван Рилски” на МГУ „Св. Иван Рилски”, София.

СЪДЪРЖАНИЕ

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД 4
II. СТРУКТУРА И ОБЕМ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД 5
III. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД 6
Глава 1. Анализ на съществуващи информационно съветващи системи в областта-подпомагане за вземане на решения на ръководните кадри 6
1.1. Управленски решения 6
1.2. Компютърно подпомагане при вземането на управленски решения 7
1.3.Информационни системи 7
1.4 Системи за подпомагане вземане на решения 8
1.5. Тенденции и перспективи за развитие на СПВР 8
Обобщаващ коментар 9
Глава 2. Методика за оценка на икономическата ефективност на екологичните мерки в речните басейни и нейното приложение за източнобеломорския регион на българия..9
2.1 Управлението на водните ресурси в Република България 9
2.2. Видове значими източници на замърсяване на водите 10
2.3. Методика за оценка на икономическата ефективност на екологичните мерки в речните басейни 10
2.5. Правила за оценка на разходите и ползите от предложените мерки 14
Обобщаващ коментар 17
Глава 3. Концептуален модел на информационно-съветваща система за оценка на мерките от замърсяване на водите от минна дейност 18
3.1. Концептуален модел на информационна система 18
3.2. Функции на системи за подпомагане вземане на решения 19
3.3. Адаптиране на методиката за икономическа оценка на ползите и разходите, с цел включването и в информационно-съветващата система 20
3.4. Дефиниране на проблема, решаван от информационно-съветващата система ...20
Обобщаващ коментар 23
Глава 4. Проектиране, разработване и тестване на информационно-съветващата система 23
4.1. Общ функционален модел на съветващата система 23
4.2 Разработване и описание на Информационно-съветващата система за определяне на ползите и разходите от мерките за намаляване на замърсяването на водни тела в миннодобивните региони 24
4.3. Описание на потребителския интерфейс на системата и тестването и за водно тяло в Източнобеломорския район 25
4.4. Добавяне и коригиране на информация в системата 28
4.5. Тестване на Информационно-съветващата система 29
Заключение 31
Научно-приложни и приложни приноси 31
Перспективи за развитие на изследванията 32
Списък на публикациите по дисертационния труд 32
Summary 33

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Съгласно рамковата директива за водите целите на Европейския съюз по отношение качеството на водите трябваше да бъдат постигнати до 2015 г. Потенциални дерогации (чл.4, ал.4, 5, 7) се допускат или за техническа неизпълнимост, или заради диспропорционални разходи. Техническата неизпълнимост оправдава възможността за удължаване на крайния срок за постигане на добър екологичен статус (ДЕС) до 2027г. Диспропорционалните разходи се свеждат до поставянето на по-ниски цели, т.е. постигането на „задоволителен екологичен статус". За постигането на тези цели от изключителна важност е възстановяването на водните тела в минните региони и е наложително да се предприемат конкретни икономически ефективни мерки. Определянето на такива конкретни мерки е различно за всеки отделен случай и зависи от конкретните обстоятелства и не е възможно проблемите да се унифицират (уеднаквяват). Поради това, провеждането на научноизследователски дейности, свързани с възможността за изграждане на концептуален модел на информационна система, базирана на оптимизационен модел за определяне за ползи и разходи от мерките за намаляване замърсяването на водните тела в миннодобивните региони представлява актуално научноизследователско направление.

Цел, основни задачи и методи за изследване на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е следвайки методическите указания на Рамковата директива за водите да се разработи информационно-съветваща система/и за определяне на ползите и разходите от прилагане на мерки за намаляване на замърсяването на водните тела в миннодобивни региони. Системата трябва да се базира на икономически анализ, с възможности за адаптиране и доразвиване за различни водни тела, която да подпомага ръководните кадри при вземането на управленски решения, свързани с възстановяването на добрия екологичен статус на водите.

За постигането на така формулираната цел на дисертационния труд е необходимо да се изпълнят следните задачи:

1. Да се направи анализ на въпроси свързани с вземане на управленските решения и класификация на информационно-съветващи системи, приложими във водния сектор за избор на ефективни мерки, целящи намаляване на замърсяването на водите в миннодобивните и минно-преработвателните региони.

2. Да се предложи методика за икономическа оценка на ползи и разходи, с цел използването и в система за подпомагане вземане на решения, относно избор на мерките за подобряване на екологичното състояние на водните тела в миннодобивни региони.

3. Да се предложи модел на основните компоненти на информационно-съветващи система за избор на най-ефективна комбинация от мерки за определяне на екологичното състояние на водните тела в миннодобивни региони.

4. Да се създаде прототип на базова информационно-съветваща система, използваща предложената методика за икономическа оценка на ползи и разходи.

5. Да се направи тестване на създадения прототип на софтуерното приложение на информационно-съветваща система, целяща избор на икономически ефективна комбинация от мерки за подобряване на екологичното състояние на повърхностните водни тела от миннодобивните и минно-преработвателните региони.

II. СТРУКТУРА И ОБЕМ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд е в обем от 134 страници, като включва увод, 4 глави за решаване на формулираните основни задачи, заключение, списък на авторските публикации по темата, декларация за оригиналност и библиография. Цитирани са общо **135** литературни източници, като 79 са на латиница и 48 на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо 41 фигури и 17 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

В Глава 1 ***Анализ на съществуващи информационно съветващи системи в областта-подпомагане за вземане на решения на ръководните кадри*** са разгледани въпросите, свързани с управленските решения и информационното им подпомагане на базата на компютъризирани информационни системи. Направен е обзор на информационно-съветващите системи

В Глава 2 ***Методика за оценка на икономическата ефективност на екологичните мерки в речните басейни и нейното приложение за източнобеломорския регион на България*** е представен анализ на методите за икономическа оценка използвани в страни от Европейският съюз. Предложен е оптимизационен модел за оценка на икономическата ефективност на мерките за възстановяване на целеви екологичен статус на водните тела.

В Глава 3 ***Концептуален модел на информационно-съветваща система за оценка на мерките от замърсяване на водите от минна дейност*** е описан концептуален модел на информационно-съветващата система, който е базиран на общите принципи при моделирането на информационни системи от една страна, а от друга страна от методиката за разработване и функциониране на системи за подпомагане вземане на решения (СПВР).

В Глава 4 ***Проектиране, разработване и тестване на информационно-съветващата система*** е описан функционален модел на информационно-

съветващата система, както и процеса на проектиране, разработване и тестване на тази система. Разработеният прототип на системата е реализиран в средата на MS Excel, като се ползва Visual Basic for Application.

В **Заключението** са обобщени резултатите, които са постигнати, решените задачи и са посочени приносите на дисертационния труд. Дадени са перспективи за последващо развитие на реализираната информационно-съветваща система.

Публикации

Основните постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в общо 4 публикации в списания и научни конференции. Една от публикациите е самостоятелна, а в 2 от другите дисертантът е първи автор.

Благодарности

Бих искала да благодаря на всички колеги, които пряко или косвено допринесоха за реализирането на този дисертационен труд. Най-много благодарности бих искала да изкажа на научните си ръководители, проф. д-р Юли Тодорчев Радев и доц. д-р Веселин Иванов Христов, които с безценните си академични съвети и напътствия, както и с критичните им, но никога демотивиращи въпроси успяваха да ме държат в правилната посока на научното изследване.

Накрая, но не и на последно място, бих искала да благодаря на семейството си, което лишавах от внимание и през цялото време беше за мен упора и направи този научен труд възможен.

III. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава 1. Анализ на съществуващи информационно съветващи системи в областта-подпомагане за вземане на решения на ръководните кадри

В дисертационното изследване е направен анализ на информационните системи като мощен инструмент за повишаване качеството на решението, ускоряване на процеса на подпомагане на решението, подобряване на контрола върху неговото изпълнение. За справяне с информационното претоварване, а също така и за организационното уреждане на информацията и ефективното й използване за взимане на качествени оперативни, тактически и стратегически управленски решения се изграждат информационни системи.

1.1. Управленски решения

Подходът за вземане на решение е от съществено значение. Тук могат да се разграничат: интуитивни, ограничено рационални и рационални решения. Интуитивните се основават на вътрешно чувство, което понякога може и да е проява на минал опит. Ограничено рационалните решения се основават на създаването на опростени модели, в които се залагат основните характеристики на проблема, без да се отчита цялата им сложност. Постъпвайки максимално рационално в рамките на този

модел, ръководителите постигат удовлетворителни резултати. При вземането на рационални решения те се стремят да изберат максимално изгодни варианти в рамките на определените ограничения. Проблемът се определя точно и еднозначно, поставя се ясна цел, предлагат се творчески разработени варианти и коректно подбрани критерии. Изборът е насочен към максимални резултати, тъй като на практика се взема управленско решение.

1.2. Компютърно подпомагане при вземането на управленски решения

Споделяме становището, че като информация трябва да се разбират „само такива данни, на основата на които се взема решение" (Козенко и др., 2001: 44). Ако данните могат веднага да се използват за решение, то те се превръщат в информация. Данните, които не се използват непосредствено в приемането на решението, но се натрупват за възможно използване в конкретни ситуации, които могат да бъдат предвидени, се наричат потенциална информация, а тези, които не се използват и не е предвидено по-нататъшното им приложение са излишни или информационен „шум".

За вземане на решение е необходимо бързо да се преработват големи обеми информация и затова компютърът е незаменим. В частност той обезпечава: бърз достъп до необходимата информация, която е натрупана в компютъра на ЛВР или в мрежата; търсене в базата данни на по-рано взети решения в подобна изследвана ситуация за използването им от ЛВР в нужния момент; осъществяване на интерактивна симулация или оптимизация, основани на евристични или математически модели; приемане на практика знанията на най-добрите специалисти в съответната област на познание, които са включени в базата знания на експертните системи (ЕС); представяне на резултатите от решението в най-удобна за ЛВР форма. Основните причини, поради които за управление на информационните ресурси на фирмите все по-често се използва компютърна техника, са: нейното бързо действие; възможностите за сложни изчислителни процедури; възможностите за работа с големи масиви от информация; разтоварването на персонала от изморителни рутинни дейности и намаляване на риска от грешки; възможностите за представяне на информацията в графичен, текстов и табличен вид; възможността за бърз обмен на информация с помощта на интернет. Използването на компютърна техника допринася в една или друга степен за повишаване на качеството на управление за всички управленски нива.

1.3.Информационни системи

Съществува голямо разнообразие от класификации на ИС. Те могат да бъдат класифицирани според множество признаци в зависимост от потребностите за тяхното изучаване. От направеният преглед става ясно, че отсъства единна класификация на ИС. Като цяло много от квалификационните признаци се повтарят при различните автори, има съвпадение и при подкласовете. Освен това, класификациите се пресичат на различни нива. Така например СПВР се явяват и като основни класове и като подкласове в различните класификации. При Laudon СПВР се явяват основен клас; в класификацията на Хаджийска са подклас на системите за тактическо управление; при Тужаров са причислени към съветващите системи, които от своя страна са подклас на

решаващите системи при Персианов, Логвинова. Ал. Петков разглежда СПВР като компонент на управленската информационна система.

Показано е, че съвременните информационни системи (ИС) имат не само технологични, но и организационни и човешки измерения. Те предоставят на личността вземаща решение (ЛВР) три вида поддръжка: информационна, моделна и експертна. Приеманото решение, очевидно трябва да бъде най-доброто от представените алтернативи, но затова е нужно да се разгледат всички аспекти и детайли, които биха повлияли на неговото вземане. А това е невъзможно без странична помощ. Най-удачни в тази насока са информационните системи за подпомагане на вземане на решение. ИС дават възможност за комбиниране на данни и теоретични принципни модели в краен продукт – модел на реална ситуация и варианти на решения. Като предимства на системата могат да се изтъкнат още: решаване на комплексни проблеми в кратък период; възможност за тестване на различни сценарии или бърз отговор на спешна ситуация; намаляване на разходите; подобряване на мениджърския контрол; увеличаване на ефективността на вземане на решение.

1.4 Системи за подпомагане вземане на решения

Системата за подпомагане на вземане на решения (СПВР) представлява компютърна автоматизирана система, която има за цел да окаже помощ на хората, които приемат решение в сложни условия за пълен и обективен анализ на някаква предметна дейност. Смята се, че СПВР са възникнали от сливането на управленските информационни системи (УИС) и системите за управление на база данни (СУБД).

СПВР е предназначена за поддръжка на многокритериални решения в сложна информационна среда, в смисъл, че резултатите от приеманите решения се оценяват спрямо съвкупност от много показатели (критерии), които се разглеждат едновременно. Информационната сложност се определя от необходимостта да се отчете голям обем от данни, чиято обработка практически не е възможна без съвременната изчислителна техника.

Изискванията към системите за подпомагане вземане на решения (СПВР) и нейните атрибути се разполагат в сегментите: качество, организация, ограничения, среда. ЛВР трябва да се съобразяват с тези изисквания. Ролята на СПВР се заключава не в замяна на ръководителя, а в повишаването на ефективността на неговата работа. Основна цел на СПВР е да се осъществи ефективно взаимодействие между човека и системата в процеса на търсене на решение.

1.5. Тенденции и перспективи за развитие на СПВР

Пазарът на системите подпомагащи вземане на решения (СПВР) се характеризира с голяма сегментация по отраслова принадлежност и устойчива тенденция на нарастване през последните десетилетия. Тенденциите в развитието на СПВР са насочени към интегрирането на изкуствен интелект, т. е. ориентираност от модели към знания. Сложността и реалистичността на СПВР, управлявани с модели ще нараснат значително. Ще се наложи разработването на нови интелектуални и многоагентни СПВР на много по-високо технологично ниво. Потенциалът на големите данни и напредналите методи на изкуствения интелект вече предлагат нови идеи за иновации

в СПВР под формата на по-обективни и основани на фактическите данни „умни решения” (smart decisions).

Обобщаващ коментар

Вземането на решения обхваща всички области от човешкия живот. Играе важна роля и в процесите на управление. Съществува голямо разнообразие от управленски решения, които се определят от вида на проблема и възникналата ситуация. Всеки проблем е уникален и изисква специфично решение. Особено трудни са решенията в условията на неопределеност и многокритериалност. Съществуват утвърдени модели и методи за вземане на управленско решение, които помагат на ЛВР да направят правилния избор.

Съвременните информационни системи имат не само технологични, но и организационни и човешки измерения. Те предоставят на потребителите три вида поддръжка: информационна, моделна и експертна. Приеманото решение, очевидно трябва да бъде най-доброто от представените алтернативи, но затова е нужно да се разгледат всички аспекти и детайли, които биха повлияли на неговото вземане. Най-удачни в тази насока са информационните системи за подпомагане на вземане на решение. Те дават възможност за комбиниране на данни и теоретични принципни модели в краен продукт – модел на реална ситуация и варианти на решения. Като предимства на системата могат да се изтъкнат още: решаване на комплексни проблеми в кратък период; възможност за тестване на различни сценарии или бърз отговор на спешна ситуация; намаляване на разходите; подобряване на мениджърския контрол; увеличаване на ефективността на вземане на решение.

Направеният обзор на системите за подпомагане вземане на решения показва, че този вид системи дават големи възможности за използване в практиката и са удачен избор за реализиране на приложение за подпомагане на ръководните кадри във водния сектор за определяне на подходящ избор на мерки, целящи намаляване на замърсяването в миннодобивните региони, на базата на икономическия анализ „разходи-ползи”. За нуждите на нашата разработка ще възприемаме СПВР като интерактивна компютърна система за подпомагане на вземането на многокритериални решения от ЛВР в сложна информационна среда, с отчитането и анализа на голям обем от данни и на базата на модели за решаването на слабо структурирани проблеми.

Глава 2. Методика за оценка на икономическата ефективност на екологичните мерки в речните басейни и нейното приложение за източнобеломорския регион на българия

2.1 Управлението на водните ресурси в Република България

Управлението на водните ресурси в Република България се осъществява на национално и басейново ниво. В Държавната политика за управление на водите се следва Национална стратегия за управление и развитие на водния сектор, с която се определят основните цели, етапи и методи за развитие. Последната е приета на 21.11.2012 г., с период на действие до 2037 г. Експертите от басейновите дирекции следят прилагането на мерките, заложени в програмата от мерки, които всъщност се

изпълняват от различни заинтересовани страни–общини, водоползватели, индустриални предприятия и др. и зависят от тяхната активност и възможностите за финансиране. Ключов момент в политиката за управление на водите е понижаване на показателите за замърсяване на водните тела. (Радев, 2015)

2.2. Видове значими източници на замърсяване на водите

Добивната промишленост в направленията си добив и преработка на въглища, уранови руди, метални руди, неметални материали и суровини, е значим емитер на замърсяване на водите. Анализите показват, че мините/ хвостохранилища са значими източници на замърсяване. На тях се падат 20% от точковите източници и 8 % от дифузионните източници на замърсяване.

Рамковата Директива за водите 2000/60/ЕС (РДВ) е основният документ на Европейския съюз в политиката за управление на водния сектор, в отговор на нарастващите изисквания за достатъчни количества вода с добро качество, предназначени за всякакви цели. По смисъла на тази директива, която е в сила от 2000 година, и от българският Закон за управление на водите се регламентира дейностите по използване, опазване и възстановяване на водите, както и дейностите по предпазване от вредно въздействие.

Анализирайки методическите насоки на РДВ и добрите изследователски практики, е предложена методиката за оценяване на икономическата ефективност на мерките за възстановяване на екологичния статус на водните тела в Източнобеломорския район. (Радев и др. 2020) Тази методика е тествана за замърсяването от миннодобивни и минно-преработвателни предприятия, но е подходяща и за другите източници на замърсяване.

Въпреки че не е възможно да се изгради единна методологична рамка, повечето емпирични проучвания на икономическата ефективност на разходите от прилагането на РДВ съдържат три задължителни компонента (Уорд, 2009, с. 952): (1) Методи за икономическа оценка на мерките (необходими за количествено определяне на социалните, икономическите и екологичните ефекти); (2) Критерии за сравняване и прагови стойности; и (3) Пространствен мащаб на икономическия анализ (водно тяло, част от водно тяло, басейн, под-басейн, административен район или определен регион).

Предложената от нас методика е конструирана на базата на тези три компонента.

2.3. Методика за оценка на икономическата ефективност на екологичните мерки в речните басейни

Най-често използваните методи за икономическа оценка на големи инвестиционни проекти с екологични цели са анализ на ефективност на разходите (АЕР) и анализ ползи-разходи (АПР). АЕР сравнява паричните стойности на разходите и физическите ползи от предприетите мерки (т.е. разходите се сравняват с пониженото ниво на замърсяване). Докато с АПР се сравняват паричните ползи-разходи (директните и индиректните ползи от пониженото ниво на замърсяване се сравняват с разходите). АЕР избягва противоречия, свързани с монетизирането на някои нематериални активи,

като например околната среда, за това е предпочитан инструмент при сравнителния анализ на алтернативни мерки. Оценявайки не само разходите, но и материалните и нематериалните активи, методът АПР е подходящ за цялостна оценка на икономическата ефективност на приетите мерки или комбинация от мерки.

Изследователите в Европа предпочитат метода АЕР най-вероятно поради факта, че оценката на ползите среща редица трудности. Въпреки това, в някои проучвания във Великобритания, Шотландия, Франция (Сена и Нормандия), Холандия и Дания се прилага методът АПР. За да се намалят усилията, необходими за оценка на ползите, икономистите предлагат две възможни стратегии. Първата е да се ограничи използването на АПР за онези водни обекти, за които резултатите от АЕР противоречат на предпочитанията на местните заинтересовани страни. Втората е да се оценят ползите от други изследвания със сходни цели и подобни условия. Първата стратегия е приложена от Постел и др. (2004) в Англия и Инетрвюс и др. (2005) в Шотландия, докато втората стратегия, известна още като метода трансфер на ползи (ТП), се използва от Лорънс (2006) и Йенсен и др. (2013) съответно за Франция и Дания.

С избора на методите АПР, АЕР или комбинация от тях, се свързват и изборът на критериите за сравнение и праговите стойности. Резултатите от АПР се представят като разлика или като съотношение между ползите и разходите. Инвестиционният проектът е икономически изгоден, когато разликата е по-голяма от нула или съотношението е по-голямо от единица. Като цяло резултатите от АРП и АЕР трябва да насочват към едни и същи заключения. Резултатите от АЕР обаче силно зависят от условията, в които се осъществява проектът. Поради това са необходими допълнителни показатели, които да предложат различни перспективи за тълкуване на получените резултати. Например разходите за прилагане на мерките трябва да бъдат сравнени с ниво на екологичен натиск, площта на територията, която получава ползи от прилагането на мерките, както и финансовите възможности на онези икономически играчи, които се очаква да покрият разходите за мерките. (Радев, 2015)

Според метода АЕР разходите, необходими за постигането на добър екологичен статус, са ефективни, когато са по-ниски от съответните прагове. Превишаването на праговите стойности означава, че е необходимо или да се преформулира времевият хоризонт (член 4, параграф 4 от РДВ) и/или да се препоръчат мерки с по-малко амбициозни екологични цели (РДВ, член 4(5)). Икономистите предпочитат да обвързват праговите стойности с финансовите възможности на потребителите. Затова праговите стойности на мерките обикновено варират от 2,5% до 4% от дохода на глава от населението (Борки, 2006.стр. 12). Трябва да се има предвид обаче, че РДВ не определя нито вида индикатори, нито нивото на подходящите прагове, оставяйки изборът да бъде направен изключително по преценка на местните власти (ЕК, 2006).

Липсата на информация и/или високи нива на несигурност за някои ключови технически и икономически показатели на мерките може да оправдае по-ниски прагове от тези, които обикновено се изискват в АПР. Подобни компромиси увеличават ролята на субективния фактор, като по този начин се компрометират доверието в методите за оценяване. Един от начините за преодоляване на този проблем е комбинирането на показателите на двата метода АЕР и АПР. Политическите решения в подобни случаи трябва да насочват мерките към областите с най-добри оценки от двата метода.

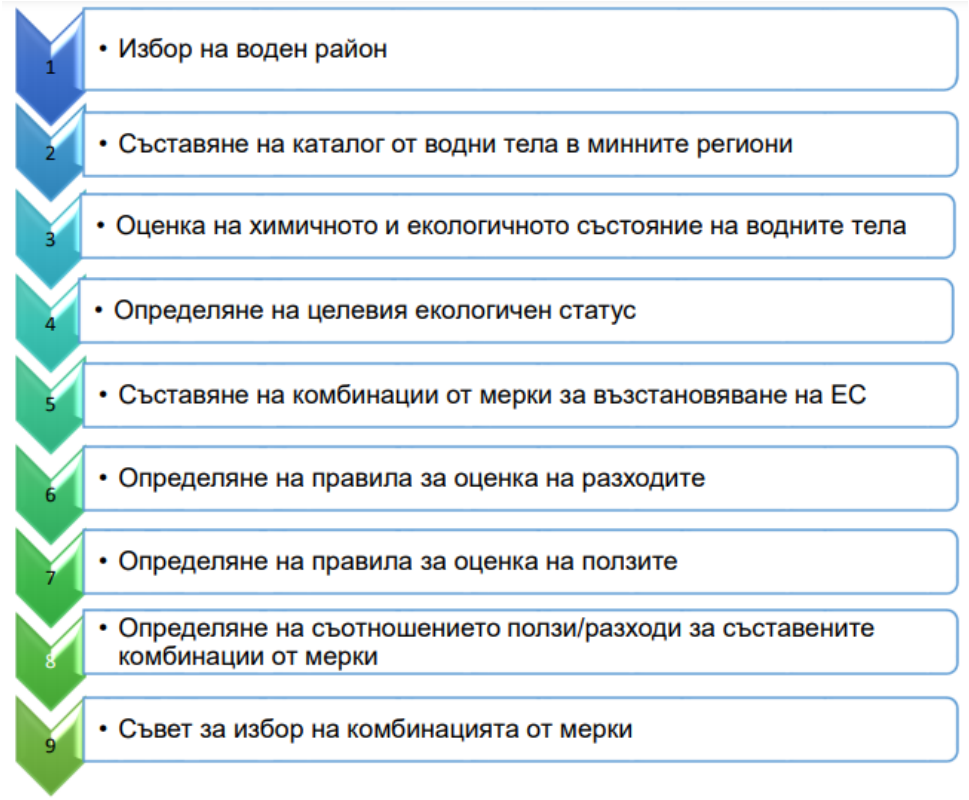
Изборът на метод за оценка и критерии за сравнение се допълва от избора на най-подходящият мащаб на икономическия анализ. Съгласно общата стратегия за прилагане на РДВ (ЕК, 2003), водното тяло е референтната единица за постигане на целевия воден статус и представлява минималното ниво, на което всяка страна-членка на ЕС идентифицира източниците на замърсяване и ползите от повърхностните и подземните води. "Оптималният мащаб" на анализа обаче не е дефиниран нито в официалните препоръки, нито в други емпирични проучвания. Следователно нивото на агрегиране е ключов фактор при оценяването на икономическата ефективност от мерките във всеки район. В този смисъл разходи, които са твърде високи за определено водно тяло, могат да бъдат приемливи при по-високо ниво на агрегиране (Радев, 2015)

По-големите територии обикновено позволяват да се *реализират* иначе незабележими (евтини) икономии от мащаба, както и да се направи по-точна преценка на местните условия. Ето защо е важно районите да се разделят на управленски територии, които са хомогенни, както по отношение на природните, така и по отношение на социално-икономическите условия. В тази връзка Стемплевски и др. (2007) препоръчват водните тела да се агрегират в под-басейни. Според авторите именно в такива рамки се минимизират техническите проблеми, свързани с мащаба на агрегиране, и в същото време се осигуряват съвместими с местните интереси оценки.

Подходът в настоящата методика може да бъде обобщен по следния начин. Оценката на ефективността на мерките от РДВ се извършва по отношение на целевия екологичен статус на водите и се свежда до предварителния подбор на мерките, чрез които този статус може да бъде постигнат по най-ефективния начин. Извършват се два паралелни анализа-съответно на разходите и на ползите. Оценката на разходите се получава след като се избере множеството от мерки и се изчисли тяхната единична и обща стойност. По-нататък мерките се комбинират, докато целевия воден статус се достигне при минимални разходи, т.е. когато не са възможни повече икономии (спестявания). Стойността на ползите се оценява на базата на предварително подготвена класификация на положителните ефекти от постигането на целевия статус. Оценяват се ползите и разходите на избраното водно тяло или част от водно тяло (или комбинация от части от подземни и повърхностни водни тела). Когато се оценят ползите и разходите за отделното водно тяло, се предприема поетапно агрегиране, за

да се покрие цялата водна площ, като на всяко ниво се извършва анализ на ефективността с методите АЕР и АРП (Радев и др., 2020)

На Фиг. 2.4 са показани основните етапи на предложената методика за оценка на икономическата ефективност от прилагане на екологичните мерки в речните басейни.



Фиг. 2.4 Основни етапи на предложената методика за оценка на икономическата ефективност от прилагане на екологичните мерки в речните басейни

Предложената методика може да се реализира чрез следния оптимизационен модел:

$$\max Z_a = B_a / C_a \text{ , за всяко } a \in A \tag{1}$$

при ограничения

$$C_a = \sum_{i=1}^{I} c_{a,i}(m_i) \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{I} p_{a,j,i}(m_i) \geq P_{a,j} \quad \text{за всяко } j \in J \tag{3}$$

$$m_i \in M \text{ , } m_i \geq 0 \tag{4}$$

където a е нивото на агрегация, Z_a общата нетна полза, B_a общите ползи, C_a общите разходи, m_i степен на активация на i-та мярка, $c_{a,i}(m_i)$ е функция на разходите за i-та мярка, $P_{a,j,i}(m_i)$ е функция на понижаване на j-тия натиск при дадени степен на активация на i-та мярка и ниво на агрегация a, $P_{a,j}$ е понижаването на натиска j, необходим за постигането на добър екологичен статус, а M е множеството на възможните решения.

Представеният по-горе модел може да се използва за различни нива на агрегация *a*. Водното тяло е референтна единица, спрямо която се извършва агрегацията и е крайната точка, към която са насочени интервенциите.

В настоящата методика разходите се оценяват със стойността с която се отчитат при активиране на мерките за постигането на ДЕС във всеки отделен сектор. Това означава, че се изключват всякакви трансфери (данъци, субсидии) от един икономически сектор или играч към друг и не се прави разлика между финансови и икономически разходи. Такъв подход е съвместим с принципа „замърсителят плаща", но е предпочетен по-скоро заради липсата на достатъчно данни относно реалното действие на множеството мерки (кой за какво плаща), а от тук и невъзможността да се извършат по-прецизни анализи.

2.5. Правила за оценка на разходите и ползите от предложените мерки

Оценките на ползите се извършват в съответствие с Анекс I от Ръководство №20 (Европейска комисия, 2009). Няколко категории стойности (потребявана стойност, не-потребявана стойност, странични ефекти от други сектори, кръстосани ефекти с други екологични проекти) са описани детайлно в Ръководството. Систематичният анализ на всички аспекти и взаимовръзки на ползите изисква изключително мащабно и скъпо проучване. Освен това, някои от изброените ползи е трудно да се представят не само в парично, но и във физично изражение.

В методиката са оценени само категориите потребявана стойност, не-потребявана стойност, както и някои от техните компоненти. Този подход е възприет, тъй като не-потребявана стойност зависи от множество фактори и съдържа някои по-прикрити компоненти като например странични ефекти, които не могат да бъдат директно оценени.

По аналогия с разходите се приемат няколко важни допускания, които опростяват анализа на ползите. Първо, при оценка на не-потребяваните стойности се приема, че ползите се генерират само когато водните тела достигнат добър екологичен статус. От гледна точка на икономическата теория това означава, че ефектите от обхвата надвишават ефектите от мащаба. Подобно допускане оправдава избора на метод за оценяване с две състояния: лош статус; и добър статус. Така, обаче, се лишаваме от възможността да анализираме междинните нива на подобрения екологичен статус.

Второто допускане се отнася до ефекта на заместването. Като цяло този ефект означава, че прогнозната стойност на водното тяло зависи от наличието на заместващи водни тела. Отново според икономическата теория с увеличаването на възможностите за заместване стойността на продукта намалява. В конкретния случай обаче това би било вярно само, ако не-потребяваната стойност е специфична по място. В настоящата методика не-потребяваната стойност се отнася за целия район и се разпределя спрямо

отделните водни тела в зависимост от относителния им дял в общия воден резервоар на района. Затова, ефектите на заместване не се проявяват (или са равни на нула).

Третото допускане е относно ефекта от разстоянието (с увеличаване на разстоянията установените закономерности се променят) (Радев и др., 2020). Въпреки че са доказани някои негативни последици върху оценяването на ползите от водните тела (Бейтман и др., 2006), настоящата методиката пренебрегва този ефект

Приети са и няколко допускания по отношение на метода за оценка на не–потребяваната стойност, известен като трансфер на ползи (ТП). С този метод оценките на не-потребяваните стойности в проучвания район се определят на база резултатите от проучванията в други райони. Подобни процеси на адаптиране обикновено генерират изкривявания, тъй като резултатите могат да бъдат толкова точни, колкото са вече направените проучвания. Най-добре би било двата района да са от една и съща страна. Поради липсата на подобни изследвания в България оценяването на ползите в Източнобеломорския район се извършва с метода ТП на резултатите от проучването в северно италианския район Емиля-Романя. При използването на ТП се приема, че няма сериозни изкривявания на направените оценки.

За оценка на не-потребяваните ползи от мерките срещу замърсяването на водните тела в Източнобеломорския район се адаптират стойностите на ползите в район Емилия–Романя (Галиото и др., 2013). Причините за този избор са следните: (1) Сходни социално-икономически характеристики на двата района; (2) Проучването на Галиото и др., (2013) обобщава най-надеждните проучвания в ЕС-оценките на не-потребяваните ползи в Емилия-Романя също се трансферират от други сходни райони; и (3) Достъпът до по-голямата част от информацията в тези проучвания позволява да се определят някои допълнителни статистически показатели на проучването.

Таблица 2.1. Средна единична оценка на ползите от постигането на добър воден статус в Източнобеломорския регион.

Мерки	Натиск	Единица мярка	Средна стойност
Не-потребявана стойност			
Възстановителна стойност	Точков	СЗП/домакинство	8.11
Екологична стойност	Дифузионен	СЗП/домакинство	5.58
Потребявана стойност			
Спестяване на разходи за пречистване на питейна вода	Точков	€/mc	0.09
Спестяване на разходи за пречистване на питейна вода	Дифузионен	€/mc	0.80
Спестяване на разходи за спешни интервенции в случаи на засушаване	Количествен	€/mc	0.79

СЗП – склонност за плащане.

Следвайки Навруд и Реди (2007), склонността за плащане (СЗП) за България се изчислява след корекция, която отчита разликите доходите на населението в районите Източнобеломорски и Емилия-Романя:

$$СЗП_Б=СЗП_И(Y_Б)/Y_И)^{\beta}, \quad (1)$$

където $СЗП_Б$ и $СЗП_И$ представляват склонността за плащане в България и Италия, $Y_Б$ и $Y_И$ са нивата на доход в двете страни, а β е еластичността спрямо дохода на търсенето на така наречените екологични стоки. За различните екологични стоки еластичността β обикновено приема стойности, по-малки от единица. За новите страни-членки на Европейският съюз, еластичността на ДЕС на водите спрямо дохода е 0.5, каквато стойност е използвана и в настоящото проучване. Доходът, от своя страна, се измерва с БВП на глава от населението. По данни на Световната банка (2020) БВП на глава от населението на база паритета на покупателната способност (ППС) за 2018 г. е 15.731 € за България и 35.075 € за Италия. Ценовият потребителски индекс в България за 2020 г. спрямо 2018 г. е (-1.6).

Коефициентът на трансформация на Навруд и Реди (2007) на резултатите от Емилия-Романя в Източнобеломорския район е 0.67. Поради по-ниския изходен екологичен статус в България, ефективността на мерките се увеличава с 14% (Stanley, 2012, с.23). Ето защо и коефициентът на Навруд и Реди (2007) също се коригира с плюс 0.14 единици до 0.81.

Тъй като обектът на това изследване е замърсяването на водните тела от миннодобивната и минно–преработвателната дейност, е необходимо да се определи относителният дял на ползите от предприетите мерки в общите ползи. Следвайки Янгър (2001), ще приемем, че 67% от влошеното качество в минните региони на Европа се дължи на точкови източници на замърсяване, а 33% на дифузни замърсители. Това ни дава основание да приемем, че в минните райони на България ползи от мерките срещу точковите източници на замърсяване от минните предприятия са 67% от общите ползи от възстановяването на ДЕС на водните тела (Радев, 2015).

Източнобеломорският регион, който е с 2 250 000 жители, има 48 подземни водни обекта с общо годишно водовземане от 250 милиона кубически метра. От тези данни може да се определи хипотетично усреднено подземно водно тяло, което осигурява питейна вода на 46 875 жители и е с водовземане 5.2 милиона кубически метра.

Общото годишно водовземане на питейна вода (подземна и повърхностна) в района е 270 мил.куб.м. Преди да бъдат насочени към разпределителната мрежа, 11.61 мил.куб.м. от тях се пречистват от азот и фосфор, 1.35 мил.куб.м. се пречистват от органохалогени, а за случай на засушаване се осигуряват средно 1.62 мил.куб.м. вода годишно. Имайки предвид потребяваните ползи от 1 куб.м., общо за целия район

тяхната стойност е 10 689 300 € годишно (11.61 мил. куб.м. * 0.8 € + 1.35 мил.куб.м. * 0.09 € + 1.62 мил.куб.м. * 0.79 €).

Не-потребяваните ползи се изчисляват, като броят домакинствата се умножи по не-потребяваните ползи за едно домакинство (13.6€, виж Таблица 2.1). Допускайки, че средностатистическо домакинство е съставено от 2.3 човека, следва, че броят на домакинствата в района е 978.261 (2 250 000/2.3). Така, общата за района оценка на не-потребяваните ползи е 13 304 349.6 € (978.261*13.6 €).

Сумарната стойност на ползите е 23 993 649 € годишно

(13 304 349.6 €+10 689 300 €), а ползите на глава от населението са 10.66 € годишно (23 993 649/2 250 000).

Ако водното тяло се намира в минен регион, 67% от тези стойности се дължат на мерките срещу точковото замърсяване от минните предприятия. С други думи 16 075 745 € общо и 7.14 € на глава от населението са годишните ползи от тези мерки.

От последните изчисления следва също, че съотношението ползи-разходи е по-голямо от 1.1, ако разходите за реализиране на мерките срещу точковото замърсяване от минните предприятия не надвишават 6 € годишно на глава от населението и съответно 281.250 € годишно за всички жители, ползващи питейна вода от това водно тяло.

Приемайки, че оперативните разходи са 10% от общите разходи (Матхайз и др., 2012, с.29) за 30-годишния период от време при 5% дисконтова норма последната сума означава, че за осъществяване на мерките в условното водно тяло са необходими инвестиционни разходи от 4 085 709.25 € и оперативни разходи от 28,125 € годишно.

Обобщаващ коментар

С представената методика може да се извърши икономическа оценка на изпълнението на РДВ и да се идентифицират случаите на дерогация (чл. 4, ал. 4, 5 и 7) в Източнобеломорския регион, както и в останалите водни райони на страната.

На основата на получените резултати могат да бъдат предприети допълнителни мерки в периода 2022-2027.

Методиката би била подходяща за всички водни тела и агрегати в целия Източнобеломорски район. Използването на административни граници на района е в подкрепа на усилията на местните администрации да договори финансирането на необходимите мерки.

Глава 3. Концептуален модел на информационно-съветваща система за оценка на мерките от замърсяване на водите от минна дейност

3.1. Концептуален модел на информационна система

За целите на дисертационното изследване е необходимо да се предложи концептуален модел, който да определи основните принципи и основната функционалност на системата. Този концептуален модел трябва да осигури лесно разбираема интерпретация на системата за потребителите на модела. Отчитайки специфика на изследвания проблем и основната цел на дисертационния труд, е предложен концептуален модел на информационно-съветващата система имаща за цел да определи ползите и разходите от мерките за намаляване на замърсяването на водни тела в миннодобивните региони. Предложеният концептуален модел, който представлява диаграма на потока от данни, включва събития и процеси, и илюстрира начина за привеждане на основните системни функции, е представен на Фиг. 3.1.

Фиг. 3.1. Концептуален модел на информационно-съветващата система за определяне на ползите и разходите от мерките за намаляване на замърсяването на водни тела в миннодобивните региони

Моделирането на потока от данни е често ползвана техника, която може да се приложи при разработването на системи. Поради това именно този концептуален модел е избран, на база на който ще бъде изграден и прототипа на информационно-съветващата система за определяне на ползите и разходите от мерките за намаляване на замърсяването на водни тела в миннодобивните региони.

Въз основа на модела се определя информацията, която трябва да се събере и анализира при изграждането на конкретната информационна система, създават се предпоставки за нейното систематизиране и организиране. Той може да се използва за автоматизиране на процеса на разработване. Моделът на информационната система е база за нейното последващо развитие и реорганизиране. Може да се обобщи, че моделът на информационната система дава представа за:

- структурата на информационната система, нейните основни компоненти и връзките между тях;
- нейното функциониране, използване, развитие;
- основните дейности и методи за нейното автоматизиране.

Информационно съветващите системи са част от информационните системи от една страна, а от друга страна са системи за подпомагане вземане на решения (СПВР).

3.2. Функции на системи за подпомагане вземане на решения

При разработването на СПВР е важно участието на потребителите, поради не структурираността на въпросите които се решават. То помага както на системата, която се създава според изискванията им, така и на потребителя, които се запознава с нея и нейните възможности още в процеса на нейното създаване. При създаването и се използва итеративният подход. Процесът на разработване включва няколко етапа: Избор на един проблем, който се разработва докато се удовлетвори решаването му; Тестване на системата от потребител за кратък период от време (няколко седмици) и ако е необходимо се модифицира. На втория етап се пристъпва към следващия проблем и т.н.

Получените решения на подсистемите се комбинират в една цяла интерактивна система. За този процес се използва терминът създаване на прототип. Цялостната система се тества в различни ситуации и се коригира, докато се получи една относително стабилна система за подпомагане на решения. Нейната стабилност е относителна, защото е изградена в една определена управленска среда. В процеса на използването системата може да бъде променяна, за да се усъвършенстват и подобрят нейните резултати. Към моделите и могат да се добавят нови, да се допълва с нови знания и данните непрекъснато да се обновяват. В даден момент от нейното използване може да се наложи изменение, на методиката, на работата или да се построи на нов принцип. Това става в резултат на развитието на съвременните информационни технологии и компютърна техника. Съветващата системата, която е

обект на проектиране, е на границата между Системи подпомагащи вземане на решения (СПВР) и Информационно- съветващи системи (ИСС), защото борави със слабо структурирана информация, свързана с оценките за добър екологичен статус на водите, което е характерно за Информационно съветващите системи, но извършва действия по подбор на оптимални сценарии характерно за СПВР. Като предимства на разработваната система могат да се изтъкнат още: решаване на комплексни проблеми в кратък период; възможност за тестване на различни сценарии или бърз отговор на спешна ситуация; намаляване на разходите; подобряване на мениджърския контрол; увеличаване на ефективността на вземане на решение.

3.3. Адаптиране на методиката за икономическа оценка на ползите и разходите, с цел включването и в информационно-съветващата система

Представеният в Глава 2 базов оптимизационен модел и описания по-горе концептуален модел се реализират посредством процедурите, представени на Фиг. 3.5.

Фиг.3.5. Процедури за приложението на методите АЕР и АРП (Радев, 2015)

3.4. Дефиниране на проблема, решаван от информационно-съветващата система

На база на Националният каталог от мерки и програмата от мерки на ПУРБ за Източнобеломорският район (2016-2021), екип от МГУ е разработил специализиран каталог. В този каталог са включени само мерки за намаляване на замърсяването от минна дейност в ИБР съобразен със дейности за „Оценка на въздействието от обектите

свързани с добив на метални руди и преработката им“. За всяко водно тяло са определени варианти от алтернативни мерки спрямо: възможните източници на замърсяване, установения екологичен статус и химичното състояние (наличието на приоритетни вещества и специфични замърсители) на повърхностни и подземни водни тела свързани с минно-добивната промишленост в района.

Минните предприятия са източник на замърсяване с различни категории химикали, за които е необходимо да се вземат предвид по специфични мерки. Това налага мерките да са разделени на групи според вида замърсителите на повърхностните водни тела в изследвания район. Според Закона за водите, замърсителите са разделени на две групи от химични елементи: приоритетни вещества и специфични замърсители Фиг. 3.7.

Фиг. 3.7. Комбинация от химични елементи-замърсители

За целите на дисертационното изследване, са формирани определени групи от замърсители. Групите замърсители са определени, като комбинация от тези приоритетни вещества и специфични замърсители, чието съдържание е над пределно допустимата концентрация за съответно установено замърсяване на конкретното водно тяло и са обозначени с A, B, C, D и E.

В настоящия дисертационен труд комбинациите от различните групи по химични елементи са както следва:

- Група A: Mn, Zn, Cd, Ni;
- Група B: Mn, Zn, Cd, Pb;
- Група C: Zn, Cd, Pb;
- Група D: Zn, Ca, Hg;
- Група E: Cd, Pb;

За реализацията на една мярка са необходими капиталови и оперативни разходи. Те се определят на базата на дейностите, които включва съответната мярка и зависят от многобройни обстоятелства. Тези разходи са разпределени за период от 30г. на база стойностите на мерките от специализирания каталог включени в обобщената мярка. Стойността на обобщените мерки са определени от екипа от МГУ който ги е разработил. В информационно-съветващата системата тези стойности за 30 години са сумирани и са дисконтирани при 4% лихва по препоръки на Европейската комисия.

В класификационната система на ПУРБ стойностите на екологичния статус са зададени в шестстепенна категорийна скала: отлично, мн.добро, добро, лошо, мн. лошо и неизвестно. В разработваната система тази скала е редуцирана до задоволителен, умерен и лош екологичен статус. Приемаме тристепенна скалата за екологичен статус, следвайки методиката за икономическа оценка на мерките за изпълнение на РДВ в Източнобеломорския район и правилата за пресмятане на разходите и ползите. Този подход дава възможност да се определят и конкретизират съотношенията на възможните комбинации от основни и допълнителни мерки, на базата на които ще се определят разходите и ползите от тях. На базата на тази тристепенна скала се предлагат съответни съотношения между основни и допълнителни мерки, които да се приложат за конкретното водно тяло (Фиг. 3.8):

Фиг. 3.8. Комбинация от възможни мерки

Предложената тристепенна скала се отнася за следните 3 ситуации:

- задоволителен екологичен статус (1:3) – възможните комбинации от мерки са 1 – основна и 3 – допълнителни;
- умерен екологичен статус (2:2) – възможните комбинации от мерки са 2 – основни и 2 – допълнителни;
- лош екологичен статус (3:1) – възможните комбинации от мерки са 3 – основна и 1 – допълнителна;

За да се изчислят ползите от прилагане на мерките по очистване на дадено водно тяло е необходимо да се определи броя на населението около него.

Обобщаващ коментар

Изграждането на концептуален модел на информационно-съветващата система е базиран на общите принципи при моделирането на информационни системи от една страна, а от друга страна от методиката за разработване и функциониране на системи за подпомагане вземане на решения (СПВР).

Системата, която е обект на проектиране е на границата между СПВР и Информационно-съветващи системи (ИСС), защото борави със слабо структурирана информация, свързана с оценките за добър екологичен статус на водите, което е характерно за ИСС, но извършва действия по подбор на оптимални сценарии характерно за СПВР.

Дефинирани са проблемите, които решава системата. Изхождайки от методиката за ползи-разходи, проектираната Информационно-съветваща система е необходимо да направи ефективен избор на множество от мерки за очистване на повърхностни води от минна дейност съобразени с ползите, които биха се получили за населението живеещо в района на съответното водно тяло.

Глава 4. Проектиране, разработване и тестване на информационно-съветващата система

4.1. Общ функционален модел на съветващата система

От съществено значение за ефективното функциониране на една информационно-съветваща система е правилният подбор на общия модел за изграждането й, както и от това какви етапи, техники и средства ще се използват и в каква последователност ще се прилагат.

Функционалният модел определя отделните функции на системата и е тясно свързан с програмния модел. Условно се състои от 7 модула, които се изпълняват последователно (Фиг. 4.1.)

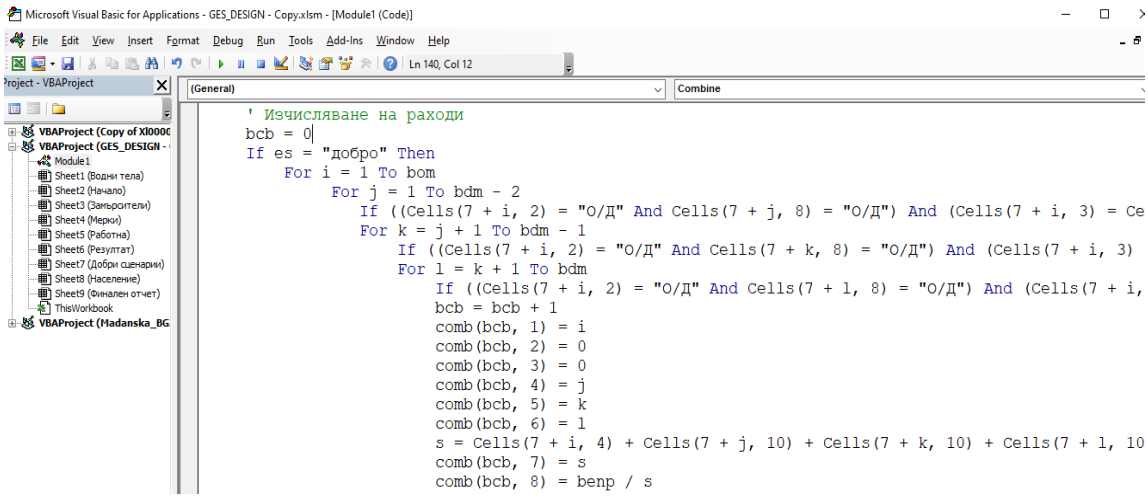
Фиг. 4. 1. Общ функционален модел на Информационно-съветващата система

4.2 Разработване и описание на Информационно-съветващата система за определяне на ползите и разходите от мерките за намаляване на замърсяването на водни тела в миннодобивните региони

Системата е разработена на езика Visual Basic for Applications (VBA) за MS Excel. Този език е с графичен интерфейс, който е разработен от фирмата Microsoft. Той е базиран на езика BASIC и е предназначен да надгражда възможностите на програмните продукти в пакета на MS Office. Предимствата на този подход са, че VBA дава достъп до обектния модел на електронната таблица в MS Excel и до вградените му функции. Програмите написани на VBA в MS Excel се наричат макроси, така че разработваната система представлява макроси и електронни таблици с данните на системата. Подобно решение е приложено и в френската система WFD-CBA (Терминьон М., Дж. Дево, 2014, с. 41-45).

Програмирането на VBA се извършва в специален раздел на MS Excel подобен на Visual Studio (Фиг. 4.2).

Разработената Информационно-съветваща система включва над 300 реда код на VBA за MS Excel разпределен в 7 подпрограми и 9 таблици на MS Excel.

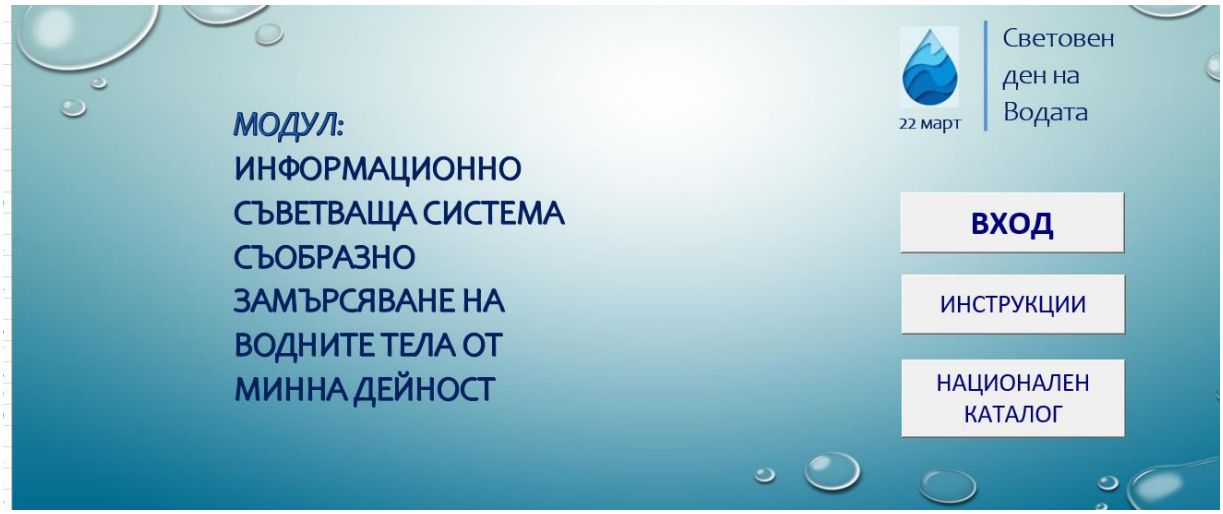


Фиг. 4.2. Прозорец на VBA

Информационно-съветващата система се състои от 10 таблици (worksheets), прехода между които се извършва чрез бутони. Натискането на бутон предизвиква изпълнението на процедура от програмата на VBA.

4.3. Описание на потребителския интерфейс на системата и тестването и за водно тяло в Източнобеломорския район

Системата започва работа от първата таблица „Начало“ фиг. 4.4.



Фиг. 4.4. Начална страница на потребителски интерфейс

В нея има три бутона. Чрез бутон за „ВХОД“ се стартира работа в системата. Той препраща към следваща таблица с водни тела. Бутонът „ИНСТРУКЦИИ“ дава достъп до информация за работа със системата. Бутонът „НАЦИОНАЛЕН КАТАЛОГ“-чрез хипервръзка към интернет отваря прозорец с данните от националния каталог в сайта на БДИБР, свързана с различните мерки за очистване замърсяването на водни тела, одобрени, приети и внедрени на национално и институционално ниво.

Таблица 4.5 „Водни тела“ съдържа информацията за 14 водни тела в Източнобеломорският район. След отваряне на тази таблица на потребителя се дава

възможност за избор на водно тяло, което ще бъде анализирано, чрез маркиране на клетката за код на съответното Водно тяло (Фиг. 4.5.)

Указание: Моля, изберете номер на повърхностно водно тяло и изберете бутон "Ан АНАЛИЗ

№ на водното тяло	Име на водното тяло	относителен дял на мерките	Екологичен статус
BG3AR900R034	р. Маданска	4,00%	лошо
BG3AR400R017	Извор на р. Върбица до гр.Златоград	34,00%	умерено
BG3AR100R006	Река Арда след гр. Маджарово	15,70%	умерено
BG3MA500R108	Река Манастирска и река Джурковска до р. Белишка	16,00%	задоволително

Фиг. 4.5. „Водни тела“

След натискането на бутон „АНАЛИЗ“, се преминава към таблица „Група замърсители“ (Фиг.4.6.). Ако не е маркиран код на водно тяло, системата издава съобщение за грешка и указва да се избере код, който потребителя желае да анализира.

Указание: Изберете от първа колона групата замърсители на водното тяло ИЗБРАНА ГРУПА

Група	Химични елементи в групата
A	Mn, Zn, Cd, Ni
B	Mn, Zn, Cd, Pb
C	Zn, Cd, Pb
D	Zn, Cd, Hg
E	Cd, Pb

Специфични вещества	Приоритетни вещества
Желязо Fe	Кадмий Cd
Манган Mn	Олово Pb
Цинк Zn	Никел Ni
Мед Cu	Живак Hg
Хром Cr	

Фиг.4.6. „Група замърсители“

В таблица „Група замърсители“ потребителя маркира кода на групата замърсители, за която вече избраното водното тяло се анализира. Изборът се потвърждава с бутона „Група замърсители“. Ако не е направен избор, се извежда съобщение за грешка.

След избора от таблица „Група замърсители“, от общата таблица с мерки за водните тела в Източнобеломорския район, намиращи се таблица „Работна“, се подбират от програмата на VBA мерките за съответното водно тяло и съответната група замърсители и те се записват в таблица „Мерки“. Там потребителя вижда всички подбрани основни и допълнителни мерки, които ще формират сценариите (Фиг. 4.7).

Комбинации от две основни и две допълнителни мерки КОМБИНИРАЙ

Указание: Справка за наличните основни и допълнителни мерки, участващи в комбинациите

Замърсители в групата	Тип мярка	Наименование на мярката	Стойност в лв.	Замърсители в групата	Тип мярка	Наименование на мярката	Стойност в лв.
Mn, Zn, Cd, Ni	О	Изграждане на "влажна зона" за пречистване на руднични води	229 503 лв.	Mn, Zn, Cd, Ni	О/Д	Отстраняване на замърсени седименти от повърхностни водни тела	17 292 лв.
Mn, Zn, Cd, Ni	О	Изграждане на допълнителни ретензионни обеми с цел превенция при генериране на пикови количества отпадъчни води	21 138 лв.	Mn, Zn, Cd, Ni	Д	Провеждане на мониторинг за установяване въздействието на минната дейност върху повърхностни и подземни води (2 пункта)	51 876 лв.
Mn, Zn, Cd, Ni	О	Семи-пасивно третиране на руднични води	662 658 лв.	Mn, Zn, Cd, Ni	Д	Провеждане на мониторинг за установяване въздействието на минната дейност върху повърхностни и подземни води (1 пункт)	25 938 лв.
Mn, Zn, Cd, Ni	О/Д	Отстраняване на замърсени седименти от повърхностни водни тела	17 292 лв.	Mn, Zn, Cd, Ni	Д	Срещи, семинари и обучения на еколози от предприятието	53 422 лв.

Фиг. 4.7. „Мерки“

След натискане на бутона „КОМБИНИРАЙ“, системата извършва комбиниране на мерките от тази таблица в сценарии. Комбинирането се извършва на базата на екологичния статус на избраното водно тяло. За всеки сценарии от включените мерки в него се изчислява разхода и коефициента ползи–разходи.

Полученото множество от сценарии се сортира от системата според коефициента ползи–разходи и се извежда в работна таблица „Резултати“. Трите най–добри сценария според тази наредба се извеждат в изходната таблица „Добри сценарии“ (Фиг. 4.8.) и се сумализират в таблица „Финален отчет“ (Фиг. 4.9.)

Резултати от анализа ФИНАЛЕН ОТЧЕТ

Избрано водно тяло				
№ на повърхностно ВТ	Име ВТ	Процент от мерките	Екологично състояние	Брой жители
BG3AR900R034	р. Маданска	4,0%	лошо	7391

Избрана група замърсители	
Група	Химични елементи
A	Mn, Zn, Cd, Ni

СЦЕНАРИЙ 1	Ползи	107385,25	Коефициент ползи / разходи
	Общи разходи	267933	0,40

ОСНОВНИ	Наименование на мярката	стойност в лв.
1	Изграждане на "влажна зона" за пречистване на руднични води	229503
2	Изграждане на допълнителни ретензионни обеми с цел превенция при генериране на пикови количества отпадъчни води	21138
3	Отстраняване на замърсени седименти от повърхностни водни тела	17292

ДОПЪЛНИТЕЛНИ	Наименование на мярката	стойност в лв.
1	Провеждане на мониторинг за установяване въздействието на минната дейност върху повърхностни и подземни води (1 пункт)	0

Фиг. 4.8 „Добри сценарии“

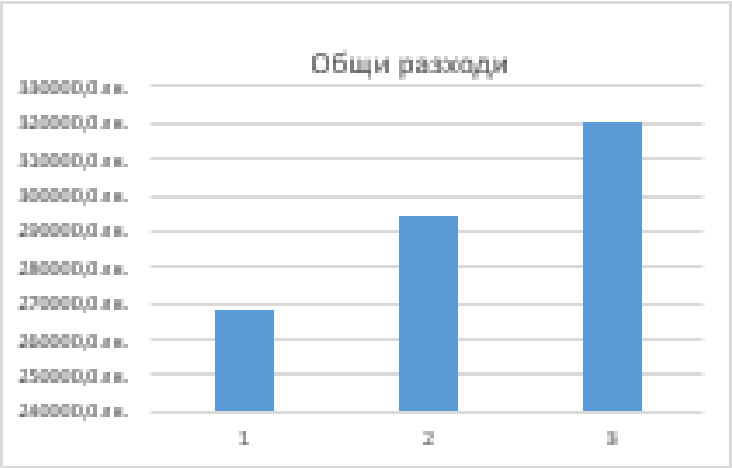
Финален отчет

Избрано водно тяло				
No на повърхностно ВТ	Име на водното тяло	Процент от мерките	Екологичен статус	Брой жители
BG3AR900R034	р. Маданска	4,0%	лошо	7391

Избрана група замърсители	
Група	Химични елементи
A	Mn, Zn, Cd, Ni

Ползи	107 385,25 лв.

Сценарий	Общи разходи	Ползи / разходи	Качество на сценария
1	267 933 лв.	0,40	мерките са относително ефективни
2	293 871 лв.	0,37	препоръчва се времева дерогация
3	319 809 лв.	0,34	препоръчва се времева дерогация



Фиг. 4.9. „Финален отчет“

Финалният отчет може да бъде съхраняван на отделен файл и да бъде разпечатван като отчет от работата на системата.

4.4. Добавяне и коригиране на информация в системата

В системата потребителите могат да добавят нови водни тела, както и да коригират екологичен статус и процента на мерките за съществуващите тела. При добавяне на

нови водни тела в таблицата за мерки е необходимо да се добавят мерки изчислени за тези водни тела, а в таблицата за населението да се добавят населените места около добавените водни тела.

За съществуващите водни тела и групи от замърсители, в таблицата „Мерки“ могат да се добавят допълнителни мерки. Биха могли да се добавят и нови групи замърсители, но това ще изисква за всички водни тела да се добавят мерки за тези нови групи замърсители. Така системата може да разшири своя обхват.

4.5. Тестване на Информационно-съветващата система

За тестване на Информационно-съветващата система е избрано водно тяло с умерен екологичен статус, код BG3AR100R006, р. Арда след гр. Маджарово и група замърсители C (Zn, Cd, Pb). За умерен статус системата подбира 2:2 мерки, изчислява населението което е 2760 жители и ползи от подобряване на екологичния статус, които са: 157 394.73 лв.

След извършване на комбинациите от мерки системата намира за най-добър сценарий следните мерки.

Резултати от анализа ФИНАЛЕН ОТЧЕТ

Избрано водно тяло				
№ на повърхностно ВТ	Име ВТ	Процент от мерките	Екологично състояние	Брой жители
BG3AR100R006	Река Арда след гр. Маджарово	15,7%	умерено	2760

Избрана група замърсители	
Група	Химични елементи
C	Zn, Cd, Pb

СЦЕНАРИЙ 1	Ползи	157394,73	Коефициент ползи / разходи
	Общи разходи	330696	0,48

ОСНОВНИ	Наименование на мярката	стойност в лв.		ДОПЪЛНИТЕЛНИ	Наименование на мярката	стойност в лв.
1	Изграждане на съоръжения препятстващи разпространението на замърсители във водите (механично пречистване на руднични води от участък "Мързян-север	99346		1	Изпълнение на програма за собствен мониторинг на повърхностни отпадъчни води в района на рудници, хвостохранилища и хвостопроводи	17292
2	Реконструкция на влажни зони за пасивно третиране на руднични води (участък „Харман кая"	196766		2	Отстраняване на замърсени седименти от повърхностни водни тела	17292

Фиг. 4.10. Резултат за най-добър сценарий

Разходите за този сценарии са 330 696 лв., а коефициента е 0.48. На базата на този коефициент системата дава съвет, който в случая е относително ефективни мерки.

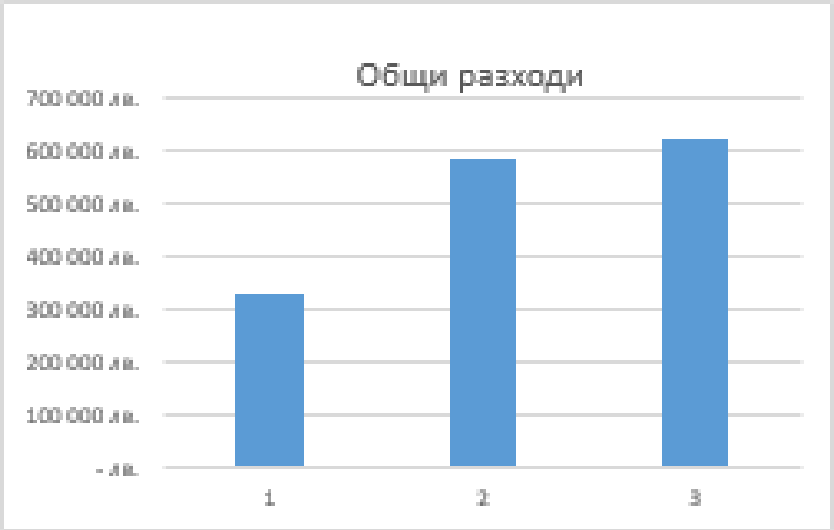
Финален отчет

Избрано водно тяло				
No на повърхностно ВТ	Име на водмното тяло	Процент от мерките	Екологичен статус	Брой жители
BG3AR100R006	Река Арда след гр. Маджарово	15,7%	умерено	2760

Избрана група замърсители	
Група	Химични елементи
C	Zn, Cd, Pb

Ползи	157 394,73 лв.

Сценарий	Общи разходи	Ползи / разходи	Качество на сценария
1	330 696 лв.	0,48	мерките са относително ефективни
2	587 369 лв.	0,27	дерогация
3	623 916 лв.	0,25	дерогация



Фиг. 4.11. Финален отчет със съвет на системата

Резултатите от тестването на системата са идентични с тези получени от ръчно изчисление на колектив от изследователи на МГУ, което показва коректността на изчисленията на системата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-приложни и приложни приноси

Получените резултати, описани в настоящия дисертационен труд, могат да се обобщят в следните научно-приложни и приложни приноси:

1. Направен е анализ и класификация на системите за подпомагане вземане на решения, мениджърските информационни системи и експертни системи.
2. Предложена е методика за икономическа оценка на ползите и разходите, с цел използването и в система за подпомагане на вземането на решения, относно екологичното състояние на водните тела в миннодобивните региони. Методиката съчетава популярните икономически методи анализ ефективност на разходите и анализ ползи-разходи. В икономическата оценка на ползите от добър екологичен статус на водните тела в Източнобеломорския район, се трансферират ползите от област Емилия Романя (Италия).
3. Предложен е концептуален модел за реализарене на информационно-съветващи система за определяне на ползите и разходите от мерките за намалявене на зъмърсяването на водни тела в миннодобивните региони. Този концептуален модел определя основната функционалност на системата и осигурява лесно разбираема интерпретация на системата.
4. Предложени са методи за: 1) разделяне на водните тела в групи според химичния състав на замърсителите; 2) разделяне на мерките в групи според химичния състав на замърсителите; 3) въвеждане на тристепенна скала за екологичния статус на водните тела, според която се определя комбинация от мерки срещу замърсяването на водите от миннодобивна и минно-преработвателна дейност.
5. Създаден и реализиран е прототип на база на предложения концептуален модел на информационно-съветваща система, използваща разработената методика за икономическа оценка на ползи и разходи.
6. Направено е тестване на създадения прототип на софтуерното приложение на информационно-съветващата система, целяща избор на икономически ефективна комбинация от мерки за подобряване на екологичното състояние на повърхностните водни тела от минодобивните и минно-преработвателните региони на Източнобеломорския регион (Р. България). Тестването потвърди практическата приложимост както на икономическата методика, така и на планираните функционалности на предложената информационно-съветваща система.

Перспективи за развитие на изследванията

Изследването може да бъде разширено, като бъдат включени водните тела на всички райони в България и се добавят не само повърхностните, но и подземните водни тела.

Като бъдещо развитие се планира системата да бъде разработена като многопотребителска в мрежова среда.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Симеонова Д., „Необходимост от информационна система за управление на възстановяването на замърсените от минна дейност води“, сп. „Геология и минерални ресурси”, ISSN 1310-2265, No 2-3, 2019, с. 25-28.

2. Radev, Y., Simeonova, D., Barneva, R., Walters, L., „Economic assessment of the implementation measures of European water framework directive”, 2020, Journal of the National Association of Business, Economics and Technology, vol. 23(1), pp. 41-50, http://nabet.us/j_archives/JBET_2020.pdf#page=41

3. Simeonova, D., V. Christov, „Designing of an information advisory system for assessment of measures against water pollution from mining activities”, 2019, Journal of Mining and Geological Sciences, Vol. 62, No 4, Humanitarian sciences and Economics, ISSN:2683-0027 (Online), pp. 92-95.

4. Simeonova, D., V. Christov, „Implementation of a system based on the economic methodology "benefits-costs" for surface water bodies from the East Aegean region“, 2021, Journal of Mining and Geological Sciences, (submitted)

Summary

Information advisory systems for benefits and costs of reduction measures of water bodies pollution in mining regions

Desislava Simeonova

Following the guidelines of the Water Framework Directive of the European Union, a prototype of an information advisory system has been developed to determine the benefits and costs of implementing measures to reduce water pollution in mining regions. The system is based on economic analysis for different water bodies, which will assist managers in making management decisions related to restoring the good ecological status of water.

The study consists of:

Analysis of issues related to management decision-making and classification of information and advisory systems applicable in the water sector for the selection of effective measures aimed at reducing water pollution in the mining processing regions.

For the purpose of decision support system, we use methodology for economic assessment of benefits and costs, which choose measures for improving the environmental status of surface water bodies in mining regions.

Model of the main components of an information advisory system for selection of the most effective combination of measures for determining the ecological status of water bodies in mining regions.

Prototype of a basic information advisory system using the proposed methodology for economic assessment of benefits and costs.

Testing of the created prototype of the software application of an information advisory system, aiming at selection of a cost-effective combination of measures.