

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию «Методы и алгоритмы поддержки принятия решений для управления рациональным природопользованием» Рыбака Виктора Александровича на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

**1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите, со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утвержденного ВАК.** Содержание диссертации соответствует п. 1, 4, 5, 10 области исследований паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки).

**2. Актуальность темы диссертации.** Вопросам природопользования в нашей стране уделяется большое значение, как со стороны руководства Республики Беларусь, так и со стороны населения. Однако существующие подходы к решению проблемы рационального взаимодействия общества и природы не могут удовлетворить постоянно возрастающим запросам практики и в ряде случаев не соответствуют современному уровню развития науки.

Для принятия своевременных и адекватных мер в области рационального природопользования и охраны окружающей среды необходимо обладать не только релевантной информацией о природно-ресурсном потенциале территорий, но и современным научно-методическим аппаратом.

Поэтому разработка новых научно-методических принципов, которые бы позволяли в сложившейся ситуации оценивать эколого-экономическую эффективность природоохранных мероприятий с учётом их социальной значимости и стимулировать улучшение качества окружающей среды вследствие снижения объёмов выбросов и сбросов является актуальной научно-прикладной проблемой.

**3. Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту.**

1) Методика управления кадастрами природных ресурсов, состоящая из этапов разработки структуры предметных баз данных, программного, информационного и организационного обеспечения, позволяющая предоставлять пользователям доступ к данным с повышенной производительностью и снижением трудовых затрат за счёт унификации методов сбора, хранения, обработки и отображения информации.

Новизна положения заключается в том, что обоснована и разработана интегральная структура многоцелевой базы данных для хранения кадастровой информации по 11 ресурсам, собраны и систематизированы количественные показатели, характеризующие ПРП, разработано и внедрено программное обеспечение для автоматизации процессов сбора, хранения, обработки и представления соответствующей предметной информации.

2) Алгоритм интегральной оценки влияния антропогенного воздействия на природную среду урбанизированных территорий, основанный на функционально-экологическом зонировании и балльной оценке состояния отдельных компонентов, отличающийся составом учитываемых показателей (атмосферный воздух, почвенный покров, водные ресурсы, зелёные насаждения, уровень радиационного загрязнения, шума, объём накопления отходов), методами их расчёта и агрегирования, позволяющий районировать территории и осуществлять количественную оценку их состояния для управления качеством окружающей среды.

Новизна предлагаемого алгоритма заключается, в составе учитываемых показателей, методах их расчёта и агрегирования.

3) Методика автоматизации экологической экспертизы проектов, основанная на формализации задач всех этапов процесса, позволяющая повысить производительность и качество труда экспертов и обеспечить эффективность принимаемых решений за счёт использования разработанного комплекса программных средств.

Новизна положения заключается в том, что разработанная методика позволяет формализовать задачи всех этапов выполнения государственной экологической экспертизы и определить перечень необходимого информационного и программного обеспечения.

4) Методика оценки эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий, отличающаяся перечнем компонентов и способами их расчёта, позволяющая комплексно учитывать как изменения состояний основных природных сред, так и социальный эффект, выражающийся в снижении уровня заболеваемости населения вследствие улучшения качества окружающей среды.

Новизна – предложенные методы расчёта эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий на момент создания не имели аналогов в нашей стране и ближнем зарубежье.

5) Методика анализа, оценки и оптимизации параметров рационального природопользования инновационных проектов, включающая математическое и информационное обеспечение для расчета экологических показателей, формализации повышения эффективности инновационного развития, программные средства автоматизации сбора, хранения и обработки параметров экологичности (в рамках Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь), позволившая сократить временные затраты при обработке данных для реализуемых инновационных проектов на 55–60 %.

Главным отличием предложенных подходов от известных является направленность анализа и оптимизации на ресурсообеспеченность и экологичность проектов при сохранении и учёте экономических показателей.

6) Метод прогнозирования параметров инновационных проектов, отличающийся использованием теории нечётких множеств, позволяющий учесть фактор неопределённости при принятии решений и использовать экспертные оценки для получения адекватных экстраполяционных моделей.

Создан новый метод прогнозирования эколого-экономических параметров инновационных проектов для интеллектуальной поддержки принятия решений.

7) Теоретические основы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в социально-экологических системах, отличающиеся применением теории нечётких множеств, генетических алгоритмов и нейро-нечёткого моделирования, позволяющие производить обоснованный выбор наиболее предпочтительной альтернативы и осуществлять решение задач оптимизации в области охраны окружающей среды до 19 раз быстрее с погрешностью 1 %.

Предложенные подходы позволяют решать оптимизационные задачи в условиях неопределённости и неполноты информации, осуществлять анализ чувствительности получаемых результатов, строить нечёткие модели зависимости уровня заболеваемости населения от ряда количественных параметров качества природных компонентов.

8) Методика выявления проблемных участков водотоков и алгоритм оценки эколого-экономической эффективности в составе технологии мониторинга русловых процессов и гидрологического режима рек с использованием данных дистанционного зондирования земли, позволяющие осуществлять контроль и прогнозирование степени устойчивости русел для снижения и предотвращения потерь земель в результате речной абразии.

Разработана и внедрена новая информационно-аналитическая технология мониторинга русловых процессов и гидрологического режима рек с использованием данных дистанционного зондирования земли.

#### **4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Диссертация Рыбака В.А. содержит комплекс новых научно-обоснованных результатов, отражающих все грани решаемой актуальной проблемы и объединенных в целостную методологию.

Достоверность теоретических результатов определяется строгой постановкой задач и корректным использованием выбранного математического аппарата. Частные случаи приведенных в диссертации аналитических зависимостей не противоречат результатам, представленным в работах других авторов. Работоспособность и эффективность предложенных подходов и алгоритмов подтверждены результатами моделирования.

Структура и составные части диссертации логичны, они позволили автору в полной мере реализовать системный подход к исследованию, четко обосновать полученные новые научные положения, выводы и рекомендации.

#### **5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.**

*Научная значимость* полученных результатов заключается в разработке логически связанной и обоснованной методологии создания и использования автоматизированных систем поддержки принятия решений для рационального природопользования, включающую: методику автоматизации экологической

экспертизы проектов; методику оценки эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий, методику оценки, анализа и оптимизации параметров рационального природопользования инновационных проектов; метод прогнозирования эколого-экономических параметров инновационных проектов для интеллектуальной поддержки принятия решений; научно-методический аппарат интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в социально-экологических системах.

*Практическая значимость* полученных результатов заключается в разработке алгоритмов и программного обеспечения позволяющего в автоматизированном режиме осуществлять сбор, хранение, обработку и отображение соответствующей предметной информации в целях:

- управления кадастровыми базами данных;
- комплексной оценки экологического состояния природной среды без проведения дополнительных геохимических исследований, основываясь на объективных количественных показателях;
- формирования и ведения документов ГЭЭ проектов различных субъектов хозяйствования, включая подготовку заключения по результатам эксперт;
- реализации технологии мониторинга русловых процессов и гидрологического режима рек с использованием данных дистанционного зондирования земли.

*Экономическая и социальная значимость.*

Разработанные методы и технологии могут быть эффективно применены для управления и поддержки принятия решений на местном, районном, областном, региональном и государственном уровнях. Наибольшую эффективность применения полученных результатов можно прогнозировать при решении задач управления экологическим состоянием природных сред урбанизированных территорий.

Разработанный алгоритм интегральной оценки с применением ГИС-технологий использован при разработке Территориальных комплексных схем охраны окружающей среды областных городов (Брест, Гродно, Витебск, Могилёв, Гомель) в рамках исполнения Указа Президента Республики Беларусь от 28.07.2003 № 332 об утверждении генеральных планов областных центров. Полученные при этом результаты и природоохранные мероприятия являются, по сути, системой управления экологическими рисками.

*Рекомендуется использовать на практике следующие результаты:*

научно-методические подходы и программные средства автоматизации расчёта риска совместно с методом оценки эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий могут использоваться для снижения неблагоприятного воздействия загрязнённой ОС на здоровье населения путём разработки и обоснования наиболее эффективных мер;

разработанные научно-методические основы управления в социально-экологических системах, Концепция информатизации и План реализации используются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь для управления эколого-экономической

эффективностью природоохранных мероприятий и снижения влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения.

#### **6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати.**

Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в 192 материалах включая: монографии, статьи в рецензируемых научных журналах, доклады конференций и патенты.

Наиболее значимые публикации:

1) Рыбак В.А. Антропогенная нагрузка на окружающую среду: количественная оценка, анализ, нормирование: монография / В.А. Рыбак. – Минск: РИВШ, 2010. – 334 с.

2) Методология развития инновационных производств на основе технологического прогнозирования и оценки использования природных ресурсов / И.В. Войтов, М.А. Гатих, В.А. Рыбак, А.Л. Топольцев; под ред. И.В.Войтова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 439 с.

3) Войтов И.В., Гатих М.А., Рыбак В.А. Научно-методические основы анализа и оценок технологического прогнозирования развития новых высокотехнологичных промышленных производств: монография. – Минск, 2015. – 532 с.

4) Рыбак В.А. Актуальные вопросы и векторы развития современной науки и технологий // Технология мониторинга русловых процессов и гидрологического режима рек с использованием данных дистанционного зондирования земли / [Андрианова Л.П. и др.]. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – С. 23-61.

**7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК.** Диссертация оформлена с требованиями ВАК. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

#### **8. Замечания по диссертации.**

1) Выносимая на защиту методика управления кадастрами природных ресурсов в большей степени напоминает описание специализированного программного обеспечения (структура и содержание баз данных, интерфейс пользователя и т.д.), и не в полной мере описывает процесс для проведения каких-либо нацеленных действий.

2) Выносимые на защиту теоретические основы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в социально-экологических системах не в полной мере соответствуют классическому представлению теоретическим основам автоматизированного управления (понятийный аппарат, принципы построения, функции и задачи управления и т.д.) в диссертации раскрыт только научно-методический аппарат для решения определенных прикладных задач.

3) В работе имеется целый ряд утверждений, описаний алгоритмов и понятий без ссылок на источники информации. Например: стр. 79 «...принято считать, что качество атмосферного воздуха...»; стр. 80 «Однако принято дифференцировать...»; стр. 238-242 – при описании практической реализации алгоритма выявления проблемных участков водотоков; стр. 284 дано понятие информатизации.

4) По тексту диссертации автор как правило ссылается на несколько своих публикаций (4-А, 5-А, 7-А) при этом в выводах по главам присутствуют все ссылки на авторские публикации.

5) На стр.196 на рисунке 6.1 отсутствуют стрелки определяющие последовательность действий, хотя определил это как алгоритмическая схема.

6) Акты о практическом внедрении в большинстве случаев (за исключением одного акта) носят коллективный характер, в которых отсутствует выделенный конкретный вклад автора диссертации в принятые исследования.

Указанные замечания не снижают общий высокий уровень работы и могут рассматриваться как ориентиры для уточнения авторской позиции и дальнейшего научного поиска в данной области.

**9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.** Диссертационная работа Рыбака В.А. удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК Беларуси к докторским диссертационным работам по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации, представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне, обладающее научной новизной, теоретической значимостью и практической ценностью и содержит новые научно-обоснованные результаты.

#### **10. Заключение.**

Считаю, что диссертация Рыбака В.А. является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена крупная научная проблема связанная с повышением эффективности управления рациональным природопользованием на основе методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации за новые научно обоснованные результаты, использование которых обеспечивает решение крупной прикладной проблемы, включающие:

методику управления кадастрами природных ресурсов, отличающаяся автоматизацией этапов сбора, хранения, обработки и отображения предметной информации с учётом метаданных, что позволило повысить оперативность, снизить трудоёмкость доступа к своевременной и объективной информации;

алгоритмы количественной оценки антропогенного воздействия, отличающиеся набором учитываемых показателей, способом их расчёта и агрегирования, позволяющие дифференцировать территории для адресной разработки соответствующих природоохранных мероприятий и повысить эффективность управления качеством окружающей среды социально-экологических систем;

реализованную методику, позволяющие формализовать и автоматизировать задачи всех этапов выполнения государственной экологической экспертизы и отличающаяся перечнем информационного и программного обеспечения, что позволяет увеличить производительность

труда специалистов, выполняющих ГЭЭ, повысить качество и обеспечить современный уровень принимаемых решений;

методику расчёта эффективности природоохранных мероприятий, отличающаяся комплексным учетом изменения состояний основных природных компонентов и социального эффекта от снижения уровня заболеваемости населения вследствие улучшения качества окружающей среды, что позволяет повысить эффективность затрат на природоохранные мероприятия;

методику оценки, анализа и оптимизации основных показателей эколого-экономического развития экономики с позиций рационального природопользования и охраны окружающей среды, отличающаяся набором и способом расчёта учитываемых показателей, что позволило дифференцировать государственных заказчиков в рамках Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь для установления приоритетности их финансирования;

методы и средства создания и использования систем поддержки принятия решений в области охраны окружающей среды на основе генетических алгоритмов и теории нечётких множеств, что позволяет повысить оперативность нахождения приемлемой альтернативы в 19 раз при погрешности 1,0 %. При этом предложенная нейро-нечёткая система до 11 % точнее выявляет сложные зависимости в системе «окружающая среда – здоровье населения» по сравнению с линейной, квадратичной и полиномиальной моделями;

метод прогнозирования эколого-экономических параметров на основе теории нечётких множеств, отличающийся учётом фактора неопределённости и использованием экспертных оценок для получения адекватных экстраполяционных моделей, что позволяет получить приемлемую точность прогнозирования на уровне до 96 % в условиях недостаточности статистической информации для обоснованного применения вероятностных методов;

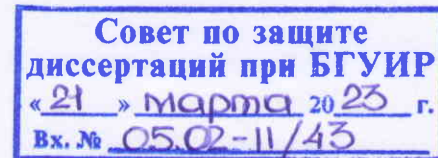
методы и средства мониторинга русловых процессов и гидрологического режима рек на основе данных дистанционного зондирования земли для предотвращения потерь территорий, отличающиеся использованием картосхем, космоснимков и алгоритмов анализа, что позволяет повысить вероятность обнаружения зон повышенного экологического риска и проблемных участков абразионных берегов.

Официальный оппонент  
Генеральный директор ОИПИ НАН Беларуси  
доктор военных наук,  
кандидат технических наук, доцент



С.В.Кругликов

21 марта 2023 г.



Ознакомлен  
21.03.2023