



# МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ГЕОЭКОЛОГИЮ РЕГИОНА

Монография



**МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ  
ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ  
НА ГЕОЭКОЛОГИЮ РЕГИОНА**

**Монография**

**ЕРЕВАН  
ЧАРТАРАГЕТ  
2019**

УДК 504  
ББК 20.1  
М 545

*Утверждено на расширенном заседании  
Президиума Инженерной академии Армении  
20.10.2019.*

*Исследование выполнено при финансовой  
поддержке КН МОНКС РА в рамках  
многосторонней научной программы ЕАПИ2017-027.*

Рецензенты: д.т.н.  
д.т.н., профессор

**А.А. Варданян**  
**В.Г. Петросян**

**М 545 Методы и технологии оценки влияния энергетики на геоэкологию региона:** Научная коллективная монография/ Л.В. Массель и др.; НПУА. – Ер.: Изд.-во “Чартарагет”, 2019.- 252 с.

Исследовано влияние энергетики на геоэкологию региона. Исследование проводилось совместно коллективами ученых России, Беларуси и Армении. Выделены основные критерии влияния энергетических объектов на окружающую среду. Разработаны геоинформационные технологии и методы оценки влияния энергетики на экологию региона.

Л.В. Массель – Введение, главы 1-2, А.Г. Массель – глава 2; И.Ю. Иванова, Е.П. Майсюк; А.К. Ижбулдин – разделы 1.1, 1.3, 1.5, 2.1; М.С. Зароднюк – разделы 1.4, 2.4; Р.А. Иванов – раздел 2.4; Т.Г. Зорина, С.А. Александрович – глава 3, раздел 2.4.; Л.М. Лахоян, К.С. Минасян - разделы 4.1, 4.2; Г.М. Егиазарян, Г.Е. Айвазян - разделы 4.3, 4.4, 4.6; Р.Н. Барсесян - разделы 4.3, 4.4, 4.5; А.Р. Барсесян - разделы 4.4, 4.5; С.А. Минасян - раздел 4.5.

УДК 504  
ББК 20.1

ISBN 978-9939-72-850-6

© ЧАРТАРАГЕТ 2019  
© Инженерная академия Армении 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Исследования по оценке влияния энергетики на геоэкологию региона выполнялись совместно коллективами учёных России, Беларуси и Армении в рамках международного проекта при поддержке фондов ЕАПИ<sup>1</sup>-РФФИ. С одной стороны, обеспеченность энергетическими ресурсами является необходимой составляющей качества жизни, которое рассматривается как сочетание объективных (условия жизни) и субъективных (оценка этих условий индивидуумом) факторов. С другой стороны, негативное влияние объектов энергетики на экологию снижает качество жизни населения.

Выявить вклад различных отраслей промышленности в воздействие на элементы природной среды достаточно сложно, особенно в части вклада в формирование уровня загрязнения. В настоящее время экологические оценки деятельности объектов энергетики осуществляются путем проведения замеров и постоянного мониторинга (особенно на крупных ТЭС, ГРЭС) эмиссии загрязняющих веществ в элементы природной среды, которые служат основой для разработки допустимых выбросов/сбросов/ образования отходов. Кроме того, оценка вклада объектов энергетики в воздействие на элементы природной среды проводится с использованием статистической информации, Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды», а также отчетных данных конкретных предприятий.

Основным критерием выделения влияния энергетических объектов на природную среду служит перечень характерных загрязняющих веществ, поступающих при их функционировании: водяной пар, углерод (сажа), сланцевая зола, мазутная зола ТЭЦ в пересчете на пятиокись ванадия, пыль неорганическая, взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота, бенз(а)пирен, золошлаковые отходы.

При отсутствии достоверной информации в РФ оценку влияния энергетики можно провести по результатам вычислительного эксперимента с использованием существующих утвержденных Правительством

---

<sup>1</sup> ЕАПИ – Евразийская Ассоциация поддержки научных исследований, учрежденная в июле 2016 г. по инициативе РФФИ совместно с партнерскими организациями Беларуси, Армении, Киргизии и Монголии.

РФ методик, например, по определению количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок различной мощности.

В проекте была поставлена фундаментальная научная проблема, которая заключается в разработке методов и геоинформационных технологий для оценки влияния энергетики на геоэкологию региона.

С Российской стороны объектом исследований является Байкальская природная территория, сопоставимая по размерами с территориями Беларуси и Армении. Исследования в разных странах велись параллельно, авторы обменивались результатами, разрабатываемые совместно методы и технологии применялись к конкретным объектам энергетики в каждой стране.

Для реализации проекта российской стороной была предложена разработка Web-ориентированной информационной системы (WIS), которая интегрирует математические и семантические методы, инструментальные средства оценки влияния энергетики на геоэкологию региона, базу знаний и геоинформационную систему. При разработке интерфейса было необходимо реализовать, в частности, подсистемы описания знаний и манипулирования знаниями, что потребовало выполнения онтологического инжиниринга (структурирования знаний) исследуемой предметной области (ПрО) и разработки системы онтологий для формализованного представления знаний. Подробно рассмотрены вопросы, связанные с применением геоинформационных технологий и использованием авторских разработок в области 3D-геовизуализации.

В монографии представлены результаты выполнения проекта и намечены перспективы продолжения начатой работы. Исследования выполнялись научными коллективами из Белоруссии, России и Республики Армения. С армянской стороны исследования поддержаны Комитетом по науке Министерства образования, науки, культуры и спорта Республики Армения, научная программа ЕАРІ2017-027. С российской стороны исследования выполнялись при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), грант №18-57-81001. С белорусской стороны исследования поддержаны Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований (БРФФИ), грант № X18EA-003.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ, АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ И РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	5
1.1. Определение понятия «геоэкология» и характеристика объекта исследования – Байкальской природной территории	5
1.2. Анализ существующих методов оценки выбросов загрязняющих веществ от энергетических объектов	14
1.3. Типологизация выбросов энергетических и приравненных к ним объектов	20
1.3. Анализ методов рассеивания и их применение для оценки антропогенного воздействия на среднюю котловину оз. Байкал	29
1.4. Анализ структуры выбросов загрязняющих веществ от объектов энергетики РФ и Байкальской природной территории	41
1.6. Литература к главе 1	47
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ИНФОРМАЦИОННОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	52
2.1. Определение состава и доступности (источников) информации, необходимой для использования выбранных методов	52
2.2. Структурирование знаний в области исследований с использованием онтологического инжиниринга	53

2.3. Архитектура Web-ориентированной информационно-аналитической системы и проектирование базы данных на основе онтологического подхода	65
2.4. Геоинформационные технологии и визуализация результатов оценки влияния энергетики на геозкологию региона	74
2.4.1. Программные продукты и системы, используемые для поддержки геоинформационных технологий	74
2.4.2. Неогеография, визуальная аналитика и ситуационная осведомленность	78
2.4.3. Визуальная аналитика и когнитивная графика	85
2.5. Литература к главе 2	93

### ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ГЕОЭКОЛОГИЮ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

	99
3.1. Типологизация выбросов энергетических и приравненных к ним объектов; построение рейтинга выбросов; обоснование и составление перечня выбросов, подлежащих исследованию	99
3.2. Выбор, модификация, разработка (при необходимости) и обоснование методов оценки выбросов энергетических объектов, распространения загрязнений, вызванных ими (с учетом розы ветров, моделей переноса выбросов и т.д.)	110
3.2.1. Расчет объема выбросов загрязняющих веществ энергетическими объектами и средствами транспорта	110
3.2.2. Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ разных периодов осреднения	118

3.2.3. Пример расчета приземных концентраций загрязняющих веществ	125
3.3. Определение критически важных объектов, влияющих на жизнеобеспечение региона (в энергетическом, водообеспечивающем и др. секторах), связь критически важных объектов с качеством жизни населения)	128
3.3.1. Обоснование выбора объекта исследований влияния энергетических объектов на геоэкологию региона	128
3.3.2. Природно-географическая характеристика Витебской области	139
3.3.3. Характеристика населения и социальной сферы Витебской области	144
3.3.4. Характеристика электроэнергетики Витебской области	147
3.3.5. Характеристика нефтеперерабатывающей промышленности Витебской области	150
3.3.6. Характеристика инфраструктуры автомобильного транспорта Витебской области	153
3.4. Определение состава информации, необходимой для использования рекомендуемых методов, определение источников информации, оценка их доступности и экономических затрат на приобретение информации; сбор и структурирование необходимой информации	158
3.5. Литература к главе 3	165
<b>ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ГЕОЭКОЛОГИЮ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ</b>	166
4.1. Географическое положение и энергетические ресурсы Республики Армения	166
4.2. Энергетика Республики Армения	173
4.3. Геоэкологические аспекты энергетики	186



4.4. Системный подход изучения влияния энергетики на геэкологию Республики Армения	197
4.5. Влияние Армянской АЭС на геэкологию республики	210
4.6. Влияние гидроэлектростанций на геэкологию республики	230
4.7. Литература к главе 4	248

# **МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ГЕОЭКОЛОГИЮ РЕГИОНА**

**Монография**

*Подписано в печать 23.12.19.*

*Формат (60x84) 1/16. Печать офсетная.*

*Бумага офсетная. Усл.п.л. 15,75.*

*Заказ 493*

*Тираж 100*

---

*Отпечатано в типографии Государственного*

*Инженерного Университета Армении*

*Ереван, ул. Теряна 105*

*Тел.: 52-03-56*