

ПАРАДИНАМІЧНІ ВЗАЄМОДІЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СПОРУД У ПРИБЕРЕЖНІЙ СМУЗІ МОРЯ

Воровка В.П.

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, 72319, м. Мелітополь, Запорізька обл.
geofak_mgpu@ukr.net

Парадинамічні взаємодії визначені як вид двосторонніх функціональних взаємодій, що проявляються між кількома контактуючими об'єктами чи середовищами шляхом речовинно-енергоінформаційного обміну. У статті наголошується на існуванні значного різноманіття парадинамічних взаємодій, які виникають в результаті будівництва та експлуатації вітроенергетичних споруд та ліній електропередач з довкіллям. Їх приуроченість до прибережної смуги Азовського моря ще більше урізноманітнюють ці взаємодії. Такі взаємодії проявляються з різними наслідками і часто непередбачувані для здоров'я людини і тварин. У статті здійснено спробу виявити прямі і зворотні взаємодії: перші відображують вплив вітрової турбіни чи іншої енергетичної споруди на довкілля та його окремі складові, а зворотні – вплив довкілля. Прямі взаємодії проявляються у вигляді інтерференції між вітряками, у впливі через шуми та вібрацію, механічний вплив на летючих тварин, вплив на людину через зміни естетичних якостей довкілля та ін. Зворотний вплив довкілля та його складових на споруди вітрових електростанцій та ліній електропередач першочергово проявляється у високій хімічній активності приморського середовища, прискореному ході корозійних процесів, зіткненні літаючих живих організмів зі спорудами тощо. Дослідження впливу вітрогенераторів та ліній електропередач на довкілля і навпаки в Україні є малочисельними або й взагалі мають гриф «для службового використання». Закритість інформації породжує чутки серед місцевого населення про можливі види «шкоди» від роботи вітряків та ліній електропередач. У зв'язку з цим необхідно «відкрити» вже наявні результати впливу, а за необхідності – налагодити систему регулярних інструментальних спостережень за довкіллям та живими організмами в зонах розміщення ВЕС та ЛЕП. Відкритість інформації спричинить зміну відношення місцевих жителів до джерел альтернативної електроенергетики. *Ключові слова:* парадинамічні взаємодії, приморське середовище, вітрогенератор.

The paradigmatic interactions of the wind power constructions in the coastal zone of the sea. Vorovka V.P. The paradigmatic interactions are defined as the kind of two-sided functional interactions which are manifested between several contacting objects or the environments by means of the materially-energy-informative exchange. The existence of the significant diversity of the paradigmatic interactions is emphasized in the article which arise as the result of the construction and the exploitation of the wind power constructions and the power lines with the environment. Their confinement to the coastal zone of the Sea of Azov diversifies more these interactions. Such interactions are manifested with the different consequences and often unpredictable for the health of the humans and the animals. The attempt is done in the article to identify the direct and the inverse interactions: the first one reflects the influence of the wind turbine or other energy structure on the environment and its individual components, and the inverse – the impact of the environment. The direct interactions are manifested as the interference between the windmills, in the influence through the noises and the vibration, the mechanical impact on the flying animals, the impact on the humans through the changes in the aesthetic qualities of the environment, etc. The inverse impact of the environment and its components on the construction of the wind power plants and the power lines are primarily manifested in the high chemical activity of the seaside environment, the accelerated move of the corrosion process, the collisions of the flying living organisms with the structures, etc. The investigation of the mutual influence of the wind turbines and the power lines with the environment in Ukraine is small or they generally have the stamp “for service use”. The closeness of the information generates the rumors among the local population about the possible types of the “damage” from the work of the wind turbines and the power lines. In this regard, it is necessary to “open” already available results of the influence, and if it is necessary to emphasize the system of the regular instrumental observations of the environment and the living organisms in the zones of the location of the wind power plants and the powerlines. The openness of the information will cause the change of the attitude of the local inhabitants to the sources of the alternative power engineering. *Key words:* paradigmatic interactions, wind power constructions, zone of the Sea of Azov.

Постановка проблеми. Приморські території мають винятково важливе значення для розвитку промисловості, прибережної електроенергетики, промислового рибальства, рекреації і туризму, традиційного природокористування. Водночас вони зберігають біорізноманіття та урізноманітнюють ландшафти земної поверхні. Природні та антропогенні складові приморських смуг вступають у різноманітні і тісні парадинамічні взаємодії між собою з різними наслідками, часто непередбачуваними.

Виявлення таких взаємодій і їх наслідків, зокрема між генераторами вітрових електростанцій та між лініями високовольтних передач, є проблемою, спроба висвітлення якої зроблена у статті.

Актуальність дослідження підтверджується інтенсивним розвитком джерел альтернативної електроенергетики у приморській смузі України. Приморська 40-50-кілометрова смуга суходолу характеризується потужним вітровим полем [3], який зараз намагаються використати енергетичні

компанії. Висока інтенсивність будівництва і введення в експлуатацію підтверджується фактами: якщо у 2006 році встановлена пікова потужність ВЕС в Україні становила 86 МВт, то вже у I кварталі 2019 року – 706 МВт [8]. Лише у прибережній смузі Азовського моря функціонує Ботієвська, Приморська та Новоазовська вітрові електростанції загальною потужністю понад 480 МВт пікової потужності. На Ботієвській та Приморській ВЕС триває встановлення вітрогенераторів більшої потужності.

Дослідження та обґрунтування впливу ВЕС та ЛЕП на окремі групи живих організмів (птахи, кажани, рептилії, риби, рослини) здійснюється більшою мірою до їх будівництва. Що ж стосується дослідження впливу вже функціонуючої ВЕС чи ЛЕП на довкілля, то такі роботи малочисельні, або й взагалі мають гриф «для службового використання».

Недостатня кількість інформації породжує чутки серед місцевого населення про можливі види «шкоди» від роботи вітряків та ліній електропередач: часто ми чуємо такі вислови як «бичок відійшов від берега та ловиться гірше», «мишей стало менше», «стала більше боліти голова», «корова стала менше давати молока» тощо.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями полягає в тому, що автором у даній статті проаналізовані парадинамічні взаємодії між вітроустановками та довкіллям, а також між лініями електропередач та довкіллям. Більшість останніх досліджень і публікацій з можливого впливу вітрогенераторів та ліній електропередач на довкілля та його окремих представників здійснено до початку їх будівництва, тобто на етапі обґрунтування будівництва. Такі публікації є, в тому числі для приморської смуги Азовського моря [1]. Щодо впливу вже існуючих ВЕС на довкілля, то наукова та офіційна інформація зустрічається [7], але її недостатньо для науковців та пересічних громадян України. Більшість наукових публікацій розміщена в іноземних журналах та на іноземних сайтах і недоступні для пересічного жителя.

У зв'язку з вищезначеним, стаття присвячується виявленню парадинамічних взаємодій і впливів вже функціонуючих вітрових електростанцій та ліній електропередач на довкілля та його окремі складові у прибережній смузі моря.

Новизна. Встановлена наявність парадинамічних зв'язків між вітроустановками і довкіллям, а також між лініями електропередач і довкіллям у прибережній смузі Азовського моря.

Методологічне або загальнонаукове значення. У статті наголошується на необхідності об'єктивних досліджень різноманітних видів впливу вже існуючих вітрових електростанцій на довкілля та його окремі складові з метою уникнення появи слухів про негативний вплив на людину та довкілля.

Викладення основного матеріалу. Парадинамічні взаємодії – це такий вид двосторонніх функціональних взаємодій, які проявляються між кількома контактуючими об'єктами чи середовищами шляхом речовинно-енергоінформаційного обміну [2]. Ґрунтуються парадинамічні взаємодії на явищі контрастності, причому взаємодії тим сильніші, чим контрастніші контактуючі складові [4]. Фактично у парадинамічні взаємодії вступають усі наземні та підземні об'єкти, комплекси і середовища натурального та антропогенного походження. Так, парадинамічні зв'язки виникають у процесі функціонування, наприклад, між руслом річки і прибережним суходолом та між приморським суходолом і акваторією моря – через лінію берега, між лісосмугою та полем, між ґрунтом і повітрям, між забудовою та довкіллям, між ріллею та степовою ділянкою тощо. Так само виникають парадинамічні взаємодії між функціонуючими турбінами вітрових електростанцій та довкіллям, між лініями електропередач та довкіллям.

Парадинамічні взаємодії між вітрогенераторами та довкіллям проявляються локально у місцях їх розміщення. Вони поділяються на прямі і зворотні. Прямі впливи відображують вплив вітрової турбіни на довкілля та його окремі складові, а зворотні – вплив довкілля та його складових на енергоспоруду. Прямі проявляються у вигляді інтерференції між вітряками, у впливі через шуми та вібрацію, механічний вплив на летючих тварин, вплив на людину через зміни естетичних якостей довкілля та ін.

Вже на етапі будівництва передбачається розміщення вітрогенераторів на відстані не менше п'яти діаметрів оберту лопатей один від одного для уникнення явища інтерференції – взаємного впливу однієї турбіни на іншу. Два рядом розташовані вітрогенератори з діаметром колеса до 100 м внаслі-

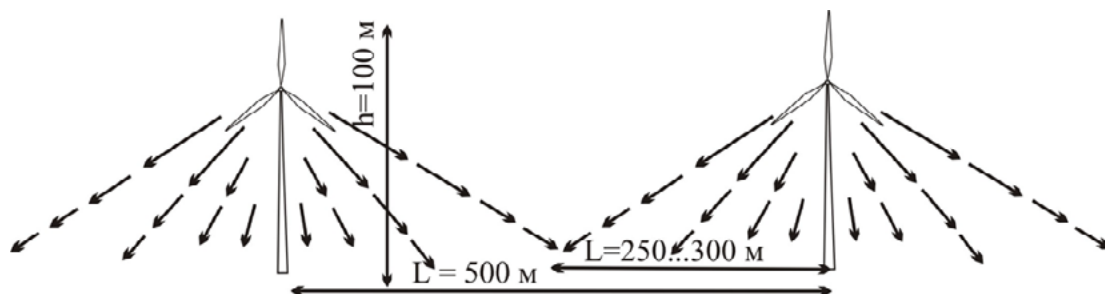


Рис. 1. Зони турбулентного та шумового впливу вітрогенераторів

док інтерференції здатні впливати один на одного на відстані до 500 м, створюючи зону вітрової тіні (рис. 1). Такий принцип дотримано під час будівництва Ботівської ВЕС.

Функціонування вітроенергетичних установок супроводжується такими видами впливу як шум та вібрація. Шумовий вплив спричинений механічним шумом від коробки передач і генератора та аеродинамічним шумом від дії обертових лопатей. Аеродинамічні шуми у нових моделях турбін відчутні більше за механічні і визначаються показником у 35-40 дБ на відстані 350 м [6]. Тому обмеження шумового впливу вітрових електростанцій досягається їх віддаленістю від населених пунктів на понад 350 м. Функціонування вітрових електростанцій, її допоміжних і суміжних конструкцій часто супроводжується зміною або втратою місць існування живих організмів.

Відносно людини, Всесвітня організація охорони здоров'я засвідчує, що немає жодних доказів шумового впливу, нижчого за слуховий поріг, на фізіологічні чи психологічні особливості людини. Це саме підтверджується новітніми північноамериканськими та англійськими дослідженнями: шум від сучасних вітрогенераторів не призводить до шкідливих наслідків для здоров'я людини, яка проживає поряд. Причиною негативного впливу вітроустановок на психічний стан людини є в більшості випадків власне людина внаслідок переживання, спричиненого близькістю вітряків. У більшості випадків подразнення від шуму вітрогенераторів було пов'язане з негативним відношенням до візуального сприйняття вітряків у пейзажі.

Спорудження вітрових електростанцій негативно впливає на якість ландшафту та естетичний його вигляд. Вони сприймаються як нові, неприродні вертикальні споруди, які не гармоніюють з більшістю ландшафтів [6]. Особливо це стосується рівнинних степових ландшафтів, де конструкції висотою під 150 м добре помітні на значних відстанях.

Чутливість до нижньої частоти вібрації від роботи вітроенергетичних установок значно варіюється між людьми та живими організмами і натепер досліджена дуже слабо, проте рівень вібрації, що генерується вітровими турбінами, лежить нижче порогу сприйняття більшості організмів. Однак окремі організми, очевидно, досить суттєво реагують на вібраційний вплив ВЕС. Фактор турбування тварин, викликаний шумом, вібрацією або інфразвуковим впливом, може супроводжуватися зниженням успішності їх розмноження або виживання потомства, змушуючи переселитися в інші місця.

Це саме стосується птахів, особливо мігруючих їх видів і маршрутів їх міграції. Згідно зі статистикою, лопаті кожної встановленої турбіни є причиною загибелі не менш як чотирьох особин птахів на рік. Значні проблеми, пов'язані із зіткненням птахів (особливо хижих) були зареєстровані на вітрових електростанціях у декількох країнах [11].

Вітрогенератори можуть стати бар'єрами, які порушують екологічні зв'язки тварин з місцями харчування, зимівлі, розмноження та линяння.

Окремі американські лікарі [12] стверджують, що близькість вітрогенераторів викликає у деяких людей «синдром вітрогенератора», що проявляється у мігренях, запамороченні голови, стурбованості, тахікардії, тиску у вухах, а в окремих випадках навіть погіршує зір і травлення їжі.

У світі відомі приклади досліджень позитивного впливу роботи вітротурбін на мікроклімат та збільшення врожаю зернових культур і сої. Робота вітрогенераторів прискорює вихід вуглекислого газу з ґрунту, що сприяє фотосинтезу, і, відповідно, росту культур, прискорюючи обмінні процеси між хлібними злаками та прилеглим шаром повітря. Крім того, турбулентний потік висушує росу з поверхні культур і зменшує враження їх грибковими хворобами, а в продукції зернових культур зменшують вміст вологи.

Зворотний вплив довкілля та його складових на споруди вітрових електростанцій першочергово проявляється у високій хімічній активності приморського середовища, прискореному ході корозійних процесів, зіткненні літаючих живих організмів зі спорудами.

Зіткнення птахів з лопатями та спорудами вітротурбін є досить частим явищем: за різними оцінками, смертність сягає 28,5 тисяч особин на рік.

Європейськими експертами був виявлений значний рівень загибелі кажанів внаслідок механічних ушкоджень від безпосереднього контакту з конструкціями ВЕС, а також від баротравм (гемоторакс, зміщення шлунку, руйнація покривів та м'язів тощо), зумовлених вихорами від гвинтів. Лише на території Німеччини від негативного впливу ВЕС за рік гине ~250 тис. особин, що становить 10-12% від усіх померлих тварин. Серед них за останні 10 років близько 2 млн. кажанів стали жертвами інсультів, спричинених ВЕС (Матеріали міжнародного семінару "Wildtiere im urbane und suburbanen Siedlungsraum", Halberstadt, Germany, 11-14.04.2013). Частково такі дослідження були здійснені у Приазов'ї [1].

Відомий і вже наведений нами руйнівний хімічний вплив морської піни на споруди та механізми вітряків, а також на електричні мережі. Вона формується у зоні прибою та відкритій частині моря при вітрах понад 6 м/с. Незважаючи на фізико-хімічну природу, концентрація у піні органічної речовини у 20-30 разів вища за воду, що свідчить про високу метаболічну активність мікроорганізмів піни. Верхній шар води, де формується морська піна, характеризується скупченням мертвих та відмираючих водоростей і безхребетних, які піднімаються з дна та пелагіалі.

Процес накопичення відмерлих решток у поверхневому шарі води названий Ю.П. Зайцевим «антидоц трупів» [5]. У піні підвищена концентрація

бактерій, амонію, фосфатів, органічних сполук [9]. Як стабільна, так і динамічна піна під час штормів викидається на берег, інколи на відстань у сотні метрів, пошкоджуючи лінії електропередач та енергетичну інфраструктуру. У стабільній піні А.В. Цибань [10] виявила комплекси гетеротрофних мікроорганізмів, кількість яких у тисячі разів більша за їх вміст у пелагіалі. Так само на кілька порядків більший вміст водоростей. Біологічна активність піни підтверджується багатьма її стимуляційними та лікувальними властивостями.

Будівництво вітрових електростанцій супроводжується спорудженням нових ліній електропередач для транспортування додаткової кількості електроенергії. Парадинамічні взаємодії між ними та довкіллям проявляються, з одного боку, у формуванні потужних електромагнітних полів, пригніченні рослинного покриву, фізичному перешкоджанні міграції птахів, іонізації повітря коронними розрядами тощо. Зворотний вплив проявляється у руйнуванні ЛЕП падаючими деревами внаслідок їх обмерзання та обмерзання дротів в умовах підвищеної вологості прибережної смуги моря, руйнування хімічно активною морською піною тощо.

Потужні електромагнітні поля ЛЕП утворюються навколо фазних дротів лінії (рис. 2). Негативний вплив відбивається у першу чергу на біотичних складових геосистем, які знаходяться поблизу трас ліній електропередач надвисокої напруги. Електромагнітні поля надвисокої частоти (300 МГц і більше) здійснюють інформаційний вплив, який на сьогодні вивчений недостатньо. Для полів промислової частоти у 50 Гц ліній надвисокої напруги основним є тепловий вплив від електричних струмів, індукованих в тілі біологічного організму [7].

Електричні поля високої напруженості (50 кВ/м) спричиняють вібрацію волосяного покриву людини і тварин, при цьому виникають вкрай неприємні відчуття і передусім сильна сверблячка. За напруженості електричного поля 20-50 кВ/м спостерігається пошкодження тканини листа рослин, що пояснюється тепловим впливом струмів, які виникають від коронування виступаючих частин рослин. Такий вплив призводить до втрати клітинами вологи, засихання, стискання і в результаті – загибелі [7].

Найчутливішими до впливу електромагнітних полів системами організму людини і, найвірогідніше, багатьох видів тварин є нервова, імунна, ендокринна і статеві. Під їх впливом виникають суттєві аномальні відхилення при передачі нервових імпульсів, що впливає на зміну вищої нервової діяльності, в тому числі й пам'яті у людей. Особливо висока чутливість до електромагнітних полів у нервової системи ембріона. Вкрай негативний вплив електромагнітні поля чинять на серцево-судинну та імунну системи людини і тварин з пригніченням процесів імуногенезу та ускладненням інфекційних процесів в організмі. В умовах тривалого багаторічного впливу електромагнітного поля має місце сумарний біологічний ефект з проявом віддалених у часі негативних наслідків, включаючи розвиток дегенеративних процесів центральної нервової системи, ракових захворювань крові (лейкоз), пухлин мозку, гормональних захворювань.

Найбільш чутливі до впливів електричного поля електропередач надвисокої напруги копитні тварини, копита яких є добрим ізолятором і відокремлює тіло тварини від землі. Тому наведений у тілі тварини потенціал може досягати 10 кВ, а імпульс струму в разі дотику нею до заземленого предмету (наприклад гілки куща) – 100-200 мкА. Такі струми безпечні для здоров'я, але викликають неприємні відчуття. Ця обставина змушує копитних тварин уникати трас високовольтних ліній. Подібні явища, пов'язані з наведенням високих потенціалів, також спостерігаються в організмі людини, що знаходиться під лінією електропередачі у взутті, яке ізолює її від землі.

Магістральні лінії електропередач створюють фізичне перешкоджання міграції птахів, особливо у весняно-осінній міграційний період. В межах Північно-Західного Приазов'я основні міграційні шляхи птахів приурочені до 20-40-кілометрової прибережної смуги Азовського моря. Тут же, уздовж берегової смуги та перпендикулярно їй сконцентровані магістральні лінії електропередач, які забезпечують електроенергією промислові центри і населені пункти півдня України.

Функціонування ЛЕП супроводжується виникненням коронних розрядів та іонізацією повітря. Такі розряди у вигляді корони виникають в умовах

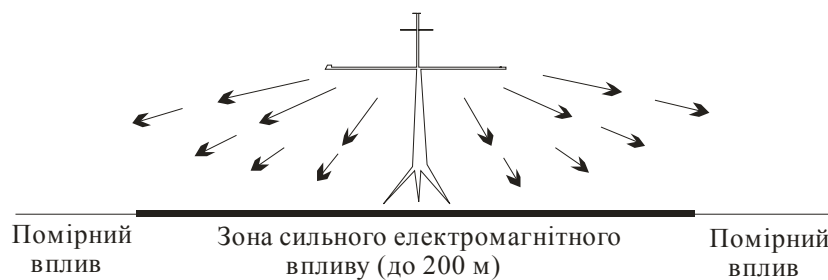


Рис. 2. Схема електромагнітного впливу ЛЕП на довкілля

атмосферного тиску у неоднорідному електричному полі з напруженістю від 30 кВ/см. Їх виникнення супроводжується значною втратою електроенергії. Коронні розряди підвищують іонізацію приморського повітря, підвищуючи вміст у ньому необхідних аероіонів. Серед негативних впливів коронних розрядів відмічені впливи на лінії зв'язку, які створюють значні шуми і перешкоджають передачі сигналу.

Зворотний вплив довкілля на ЛЕП проявляється у підвищеній хімічній активності приморського повітря та прискоренні корозії. Хімічний вплив відбувається як на власне електропровідник, так і на опору, на яку він підвішений. Часто на лінії електропередач впливають птахи через зіткнення з дротами, стовпами та спорудження гнізд.

Головні висновки. Споруди вітрових електростанцій та ліній електропередач з початку будівництва та упродовж експлуатації вступають у тісні парадинамічні взаємодії з довкіллям та його складовими. Ці зв'язки є надзвичайно різноманітними,

характеризуються різною інтенсивністю та силою. Розташування у прибережній смузі Азовського моря ще більше урізноманітнює характер таких взаємодій. Але недостатній стан їх дослідженості або закритий характер таких досліджень спричинює появу хибної інформації та неоднозначне відношення у першу чергу місцевого населення до такого сусідства. Виявлення особливостей, сили і наслідків впливу енергетичних споруд та інфраструктури на довкілля та його складовими і навпаки є першочерговим науковим завданням та перспективою розвитку наукових досліджень за цим напрямом.

Перспективи дослідження. На майбутнє необхідно сформувати систему інструментальних досліджень за виявленими і ще не виявленими параметрами парадинамічних взаємодій між спорудами вітрогенераторів, ліній електропередач з довкіллям та з окремими його складовими з метою конкретизації їх інтенсивності і сили, а також можливих наслідків впливу на людину та інші живі організми.

Література

1. Волох А.М. Дослідження кажанів на території Українського Приазов'я за допомогою ультразвукового детектора в зоні впливу вітрової електростанції. *Бранта*. 2014. № 17. С. 76-95.
2. Воронка В.П. Біогенні процеси у Приазовській парадинамічній ландшафтній системі. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. Серія: *Географія*. 2017. Вип. 29, № 3-4. С. 25-31.
3. Воронка В.П. Оцінка вітроенергетичного потенціалу Північно-Західного
4. Приазов'я. *Географія та туризм*. 2012. Вип. 18. С. 255-260.
5. Воронка В.П. Приазовська парадинамічна ландшафтна система. Дис. ... д. геогр. н.: 11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів. Київ, 2018. 431 с.
6. Зайцев Ю.П. Морская нейстонология Київ, 1970. 264 с.
7. Москальчук Н.М. Вітрова енергетика – особливості оцінки впливу на навколишнє середовище. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсовикористання: науково-технічний журнал*. 2016. № 1 (13). С. 130-135.
8. Плачков І. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі. URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-3/section-6>.
9. Потужності відновлюваної електроенергетики у 2017 році зросли у два рази. <http://uprom.info/>. Національний промисловий портал. 2018-0127. Прочитовано 29 травня 2019.
10. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Киев, 2006. 700 с.
11. Цыбань А.В. Бактериопланктон и бактерионеuston шельфовой области Черного моря. Киев, 1970. 272 с.
12. Guidelines on the Environmental Impact Assessment for Wind Farms. Belgrade, 2010, URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/eia/-documents/EIAGuides/Serbia_EIA_windfarms_Jun10_en.pdf.
13. Wind Turbine Syndrome: A Report on a Natural Experiment. By Nina Pierpont MD PhD, K-Selected Books, Santa Fe, NM, 2009. 292 p., ISBN-13: 978-0-9841827-0-1.