

УДК 004.822: (620.9+504.05)

КОМПОНЕНТЫ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ЗНАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

Ворожцова Татьяна Николаевна

к.т.н., вед. инженер отдела систем искусственного интеллекта в энергетике,
e-mail: tnn@isem.irk.ru

Иванова Ирина Юрьевна

к.э.н., зав. лабораторией энергоснабжения децентрализованных потребителей,
e-mail: nord@isem.irk.ru

Майсюк Елена Петровна

к.э.н., с.н.с. лаборатории энергоснабжения децентрализованных потребителей,
e-mail: maysyuk@isem.irk.ru

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
Иркутск, Лермонтова, 130.

Аннотация. В работе рассматривается онтологический подход к интеграции знаний для поддержки междисциплинарных исследований в области энергетики и экологии с точки зрения оценки качества жизни, предполагающих интеграцию экологической и социальной составляющих. Экологическая составляющая определяется природно-климатическими условиями и состоянием элементов природной среды конкретной территории. Социальная - подразумевает обеспечение потребностей населения в электрической и тепловой энергии, необходимых для комфортного проживания. Для сопоставления положительного и отрицательного влияния функционирования объектов энергетики на население рассматриваются индикаторы качества жизни, как способ оценки этого влияния. Использование онтологического подхода обеспечивает наглядное представление и интеграцию знаний разных предметных областей. Представлены онтологии, детализирующие базовые понятия предметной области исследований антропогенного влияния объектов энергетики, качества жизни и отражающие их интеграцию в едином онтологическом пространстве знаний.

Ключевые слова: онтологический подход, антропогенное воздействие, качество жизни, энергетика, природная среда, экология.

Цитирование: Ворожцова Т.Н., Майсюк Е.П., Иванова И.Ю. Компоненты онтологического пространства знаний для оценки влияния энергетики на качество жизни населения // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2021. № 3 (23). С. 17-27.
DOI:10.38028/ESI.2021.23.3.002.

Введение. В рамках проекта, выполняемого при поддержке гранта РФФИ № 20-07-00195 «Методы построения онтологического пространства знаний для интеллектуальной поддержки принятия решений в энергетике и экологии с учетом качества жизни» в ИСЭМ СО РАН проводятся исследования антропогенного влияния функционирования объектов энергетики на природную среду и человека с использованием семантических методов, в частности, онтологического и когнитивного моделирования, как элементов такой интеллектуальной поддержки. Для этих целей разрабатывается онтологическое пространство знаний, представляющее собой систему взаимосвязанных онтологий, обеспечивающих интеграцию знаний разных предметных областей. Основными компонентами онтологического пространства знаний являются онтологии энергетики и экологии, отражающие основные взаимосвязи предметных областей исследований. Для учета требований к функционированию объектов энергетики, связанных с необходимостью сохранения природной среды и условий проживания населения, предложено использовать понятие «качество жизни». Онтологический подход к описанию знаний позволяет представить требуемые компоненты знаний разных пред-

метных областей в формализованном виде с целью установления основных взаимосвязей и согласования методологического и информационного обеспечения.

1. Структура онтологического пространства знаний. Онтологическое пространство знаний включает совокупность разрабатываемых взаимосвязанных онтологий, обеспечивающих согласование терминологии предметных областей, интеграцию пересекающихся областей знаний и структурирование знаний для выполнения исследований [1]. Для изучения, оценки и анализа антропогенного влияния энергетики на природную среду и качество жизни населения необходимы в первую очередь знания о предметных областях энергетики и экологии. Понятие «качество жизни» используется нами для учета требований к функционированию объектов энергетики, связанных с условиями проживания населения и необходимостью сохранения природной среды для нынешних и будущих поколений. Таким образом, основными компонентами онтологического пространства знаний для выполняемых исследований являются онтологии, отражающие взаимосвязи некоторых понятий из областей энергетики, экологии и качества жизни.

Структура онтологического пространства знаний базируется на фрактальном подходе, предполагающем наличие метауровней для каждого из разделов и их дальнейшее расслоение и детализацию на каждом следующем уровне [2].

Метаонтологии содержат описания базовых понятий соответствующих предметных областей, имеющих отношение к междисциплинарным исследованиям. Такими базовыми понятиями являются «Энергетика», «Экология», «Качество жизни». Онтологии, детализирующие описание разделов исследований на следующих уровнях – это описание объектов, ресурсов, производственных процессов в разделе энергетики, описание элементов природной среды, антропогенных факторов в разделе экологии, а также описание факторов влияния и индикаторов качества жизни. Связующими элементами этих разделов онтологического пространства являются базовые понятия «антропогенный фактор», создаваемый объектами энергетики, и «элемент природной среды», на который влияет антропогенный фактор и от которого зависит качество жизни. Базовые понятия метаонтологии формулируются следующим образом:

Энергетика – область народного хозяйства, науки и техники, охватывающая энергетические ресурсы, производство, передачу, преобразование, аккумулирование, распределение и потребление различных видов энергии [3]. Энергетика на производственно-техническом уровне – это комплекс взаимосвязанных систем, состоящих из совокупности предприятий и установок получения, переработки, преобразования, транспорта, хранения и использования в народном хозяйстве энергетических ресурсов всех видов [4].

Экология – комплексная наука, которая исследует среду обитания живых существ и их взаимодействие [5]; дисциплина, изучающая общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня, в том числе структуру и функционирование систем надорганизменного уровня (популяции, сообщества, экосистемы) в пространстве и времени в естественных и изменённых человеком условиях. Данное определение в большей степени отражает современную тенденцию изучать последствия влияния производственной и другой деятельности человека на окружающую среду.

Качество жизни – совокупная характеристика уровня объективных и субъективных условий жизни населения, определяющих физическое, ментальное, социально-культурное развитие человека, группы или сообщества людей [6]. Согласно Н.Ф. Реймерсу [5] – это совокупность условий, обеспечивающих (или не обеспечивающих) соответствие среды жизни человека его потребностям и социально-психологическим установкам личности, интегрально отражаемое средней продолжительностью жизни, мерой здоровья людей и уровнем их заболеваемости (физической и психической), стандартизованных для данной группы населения.

Антропогенный фактор – это фактор, косвенно обязанный своим происхождением деятельности человека (планируемой или случайной, настоящей или прошлой) [5], причина воздействия этой деятельности на природную среду, обусловленная процессом и условиями функционирования объекта, его характерными особенностями [7].

Природная среда – совокупность природных и незначительно измененных деятельностью людей естественных факторов, оказывающих влияние на человека. Обладает свойством самоподдержания и саморегуляции без корректирующего воздействия человека [5].

Антропогенное влияние энергетики на природную среду является одним из наиболее серьезных, оно проявляется на всех стадиях производства энергии и приводит к загрязнению всех элементов природной среды – атмосферы, водных объектов, почвы (непосредственное влияние). Кроме этого, осуществляется опосредованное влияние на растительный, животный мир и человека (рисунок 1).

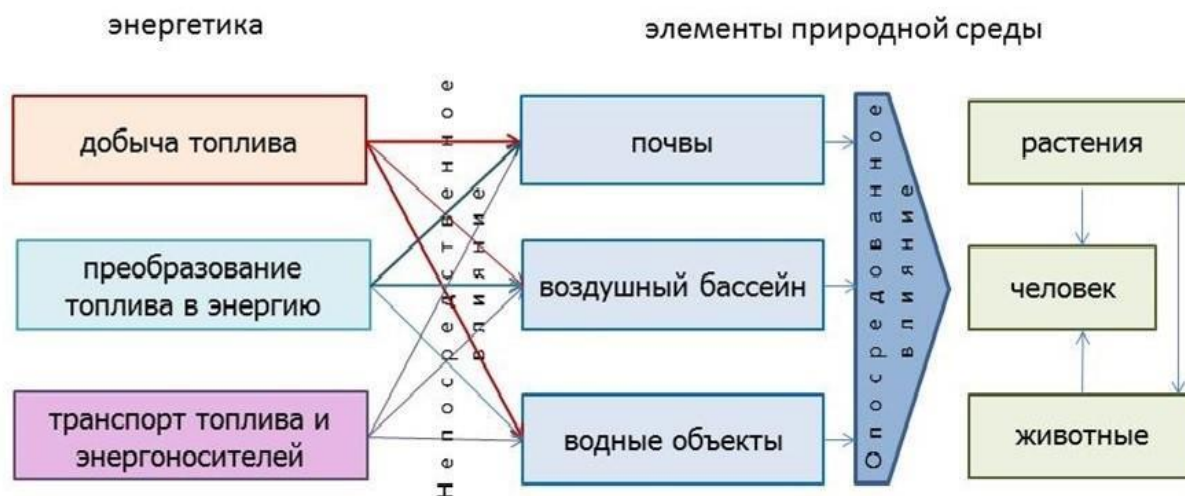


Рис. 1. Общая схема влияния энергетики на природную среду

Добыча энергоресурсов оказывает наибольшее и непосредственное воздействие на почвы и водные объекты. Это связано с изъятием значительных территорий при добыче нефти, природного газа и угля, особенно открытым способом, и со складированием хвостовых и шламовых отходов. В водные объекты, как правило, поступают неочищенные ливневые и шламовые воды. Преобразование топлива в электрическую и/или тепловую энергию характеризуется наибольшим воздействием на воздушный бассейн (атмосферу) и почвы. В атмосферу поступают загрязняющие вещества I, III и IV классов опасности, а на почвах в значительных количествах размещаются золошлаковые отходы от сжигания угля. Транспорт энергоресурсов на каждом этапе от добычи топлива до поступления к потребителю электрической и тепловой энергии оказывает непосредственное и незначительное воздействие на каждый элемент природной среды.

В ранее выполненных исследованиях дано подробное описание и представлена онтология понятия «антропогенный фактор», тип и свойства которого зависят от типа энергетического объекта, вида топлива и технологии его сжигания [8]. Для более детального исследования антропогенного влияния объектов энергетики на элементы природной среды предлагается систематизировать взаимосвязанные понятия «антропогенное воздействие», «антропогенное загрязнение» и «антропогенное последствие», которые определяются следующим образом:

- **антропогенное воздействие** – следствие антропогенного фактора, процесс влияния хозяйственной или иной деятельности человека на элементы природной среды;

- **антропогенное загрязнение** – результат изменения элементов природной среды, вызванный антропогенным воздействием;
- **антропогенное последствие** – результат антропогенного загрязнения, характеризующий степень изменения в элементах природной среды.

Такая детализация дает возможность классифицировать типы, свойства и количественную меру этих понятий в соответствии с существующими методическими подходами для оценки антропогенного воздействия.

2. Экологическая и социальная составляющие исследований антропогенного влияния энергетики. Эти комплексные исследования предполагают интеграцию экологической и социальной составляющих при оценке влияния энергетики на качество жизни населения.

Экологическая составляющая исследований определяется состоянием элементов природной среды конкретной территории, на которую осуществляется антропогенное влияние, и природно-климатическими условиями этой территории. Проанализирован состав загрязняющих веществ от объектов энергетики, поступающих в различные элементы природной среды, класс опасности этих веществ и тип их воздействия. Результаты анализа показаны в таблице 1.

Таблица 1. Воздействие загрязняющих веществ от объектов энергетики

Элемент природной среды	Загрязняющее вещество	Класс опасности	Тип воздействия								
			Х	Б	К	Т	Н	Д	С	Другое	
Атмосфера Почвы	пыль неорганическая	III	+								физическое
Атмосфера	бенз(а)пирен сажа	I III	+	+	+	+	+	+	+	+	
Атмосфера Водные объекты	диоксид серы оксиды азота	III III	+	+		+	+	+	+	+	фотохимическое
Атмосфера	диоксид углерода	IV	+	+							парниковый эффект
Водные объекты	нефтепродукты Подогретые воды	III -	+	+		+	+	+			тепловое
Почвы	золашлаковые отходы	IV	+	+							физическое эстетическое

Примечание: Х – химическое, Б – биологическое, К – канцероген, Т – токсикант, Н – способное накапливаться, Д – долгоживущее, С – синергетик

Антропогенное воздействие определяется антропогенной нагрузкой, которая зависит от состава загрязняющих веществ, их класса опасности и физико-химических свойств. Кроме того, на уровень антропогенной нагрузки оказывают влияние климатические, орографические и фоновые условия территории, в которые поступают загрязняющие вещества.

Класс опасности – условная величина вредного воздействия, предназначенная для упрощенной классификации потенциально опасных веществ. Признаки определения класса опасности установлены стандартом [9]. Согласно ГОСТ, вредным является такое вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений [10].

Социальная составляющая рассматривается в двух аспектах. Во-первых, подразумевается обеспечение потребностей населения в электрической и тепловой энергии, необходимых для комфортного проживания. Во-вторых, функционирование объектов энергетики не должно отрицательным образом влиять на здоровье населения, проживающего на соответствующей территории.

Эти аспекты являются важными индикаторами качества жизни [11]. Зарубежные исследователи рассматривают понятие «качество жизни» как совокупность объективных и субъективных параметров, которая характеризует разные аспекты жизни человека, его удовлетворенность положением в обществе, финансовое благополучие, здоровье, социальное благополучие и другие [12-14]. Наиболее часто качество жизни характеризуют по показателям здравоохранения, образования, демографии, экономических условий, экологической обстановки, условий жизни, занятости и реализации конституционных прав [15-17].

3. Компоненты онтологического пространства знаний. Ранее в работе [8] была представлена метаонтология понятий, связанных с влиянием энергетики на природную среду, включающая энергетический объект, энергетический ресурс, элемент природной среды, а также, антропогенный фактор, антропогенное воздействие, антропогенное загрязнение и антропогенное последствие. В результате их более детального рассмотрения по правилам онтологического инжиниринга предлагается систематизировать характеристики этих базовых понятий. Каждое из них имеет тип, свойство и количественную меру, что представлено в графическом виде на рисунке 2.

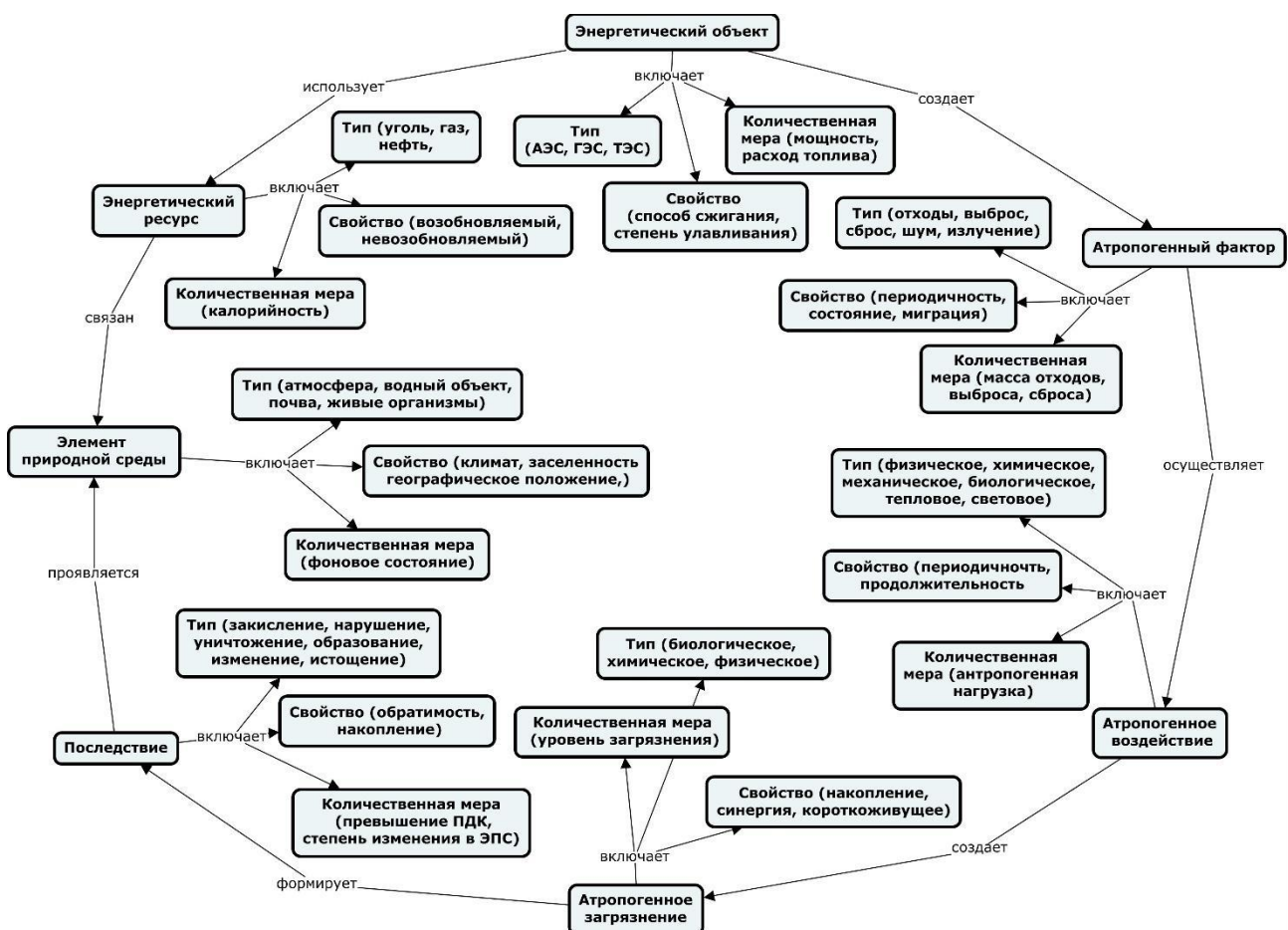


Рис. 2. Метаонтология антропогенного влияния объектов энергетики

Именно эти характеристики дают возможность установить зависимости между базовыми понятиями метаонтологии. В частности, тип энергетического объекта связан, с одной

стороны, с определенным типом используемого энергетического ресурса и, с другой стороны, влияет на тип создаваемого антропогенного фактора. От свойств энергетических объектов, описывающих их технические и технологические особенности (способ сжигания или степень очистки), и количественной меры (мощность, расход топлива) зависят тип и масса производимых отходов, выбросов, сбросов соответственно. От типа антропогенного фактора и его количественной меры зависят тип антропогенного воздействия, характер и величина антропогенной нагрузки. Далее, от типа антропогенного воздействия (физическое, химическое и др.) и его свойств (продолжительность или периодичность) зависят тип, свойство и количественная мера (уровень) антропогенного загрязнения. В свою очередь, уровень антропогенного загрязнения, его тип и свойства влияют на тип, свойства и количественную меру формирующегося последствия антропогенного влияния энергетических объектов на элементы природной среды.

Приведенная систематизация не полностью отражает все сложные взаимосвязи между рассматриваемыми понятиями. Для более детальной оценки антропогенного влияния энергетического объекта на конкретной территории необходимо на следующем уровне онтологического пространства знаний рассматривать взаимосвязи между характеристиками этого конкретного объекта и соответствующими характеристиками всех остальных компонентов представленной онтологии. Предлагаемая онтология отражает структуру знаний, необходимых для оценки экологической составляющей исследований.

4. Энергетика и качество жизни населения. Для сопоставления положительного и отрицательного влияния функционирования объектов энергетики на население и природную среду рассматриваются индикаторы качества жизни, как способ оценки этого влияния. Качество жизни – это междисциплинарное понятие, отражающее множество аспектов жизнедеятельности человека. Исследование качества жизни проводится учеными в разных странах мира, несмотря на то, что не существует однозначного определения данного понятия. По определению Всемирной организации здравоохранения оно включает уровень физического, социального, культурного развития и характеризуется показателями здоровья, образования, экономических условий, экологической обстановки, условий жизни и т.п. [18]. Показатели для оценки качества жизни зависят от научного направления исследований. В экономике делается акцент на степень удовлетворения основных материальных потребностей человека, уровень его развития, степень обеспечения безопасности и др. В социологии исследуются культурные потребности, доступность образования, качество обслуживания и тому подобное. В медицине оцениваются качество услуг здравоохранения и показатели здоровья населения. В экологии наиболее важным является уровень загрязнения и связанные с ним последствия, характеризующие качество элементов природной среды.

Существует множество методик для оценки качества жизни, таких, как расчет индикаторов, социологические опросы, статистика социальных явлений и другие [19]. Основные показатели качества жизни в разных странах во многом зависят от стадии экономического развития. Основным объективным индикатором качества жизни с конца 20 века является разработанный участниками программы развития ООН Индекс Развития Человеческого Потенциала (ИРЧП), включающий следующие базовые параметры – ожидаемая продолжительность жизни, уровень образования, величина валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения. В настоящее время для оценки качества жизни рассматривают объективные и субъективные индикаторы. Объективные индикаторы отражают природные и социальные аспекты жизни, например, уровень благосостояния и развития социальной инфраструктуры, качество элементов природной среды и природно-климатические условия. К субъективным индикаторам относятся когнитивные и эмоциональные оценки удовлетворенности жизнью самого человека (здоровьем, окружающей средой, условиями труда и отдыха, безопасно-

стью, уверенностью в будущем и др.). Для более комплексной оценки качества жизни существуют интегральные показатели, включающие такие группы индикаторов, как: здоровье, благосостояние (доход, жилье, инфраструктура), социальная сфера (условия труда, личная и национальная безопасность), качество развития населения (образование, квалификация, демографические показатели), качество элементов природной среды (воздух, вода, почва, биологическое разнообразие), природные условия (климат, природные ресурсы, форсмажорные ситуации).

Предлагается следующая метаонтология знаний для сопоставления положительного и отрицательного влияния объектов энергетики на качество жизни населения, рисунок 3.

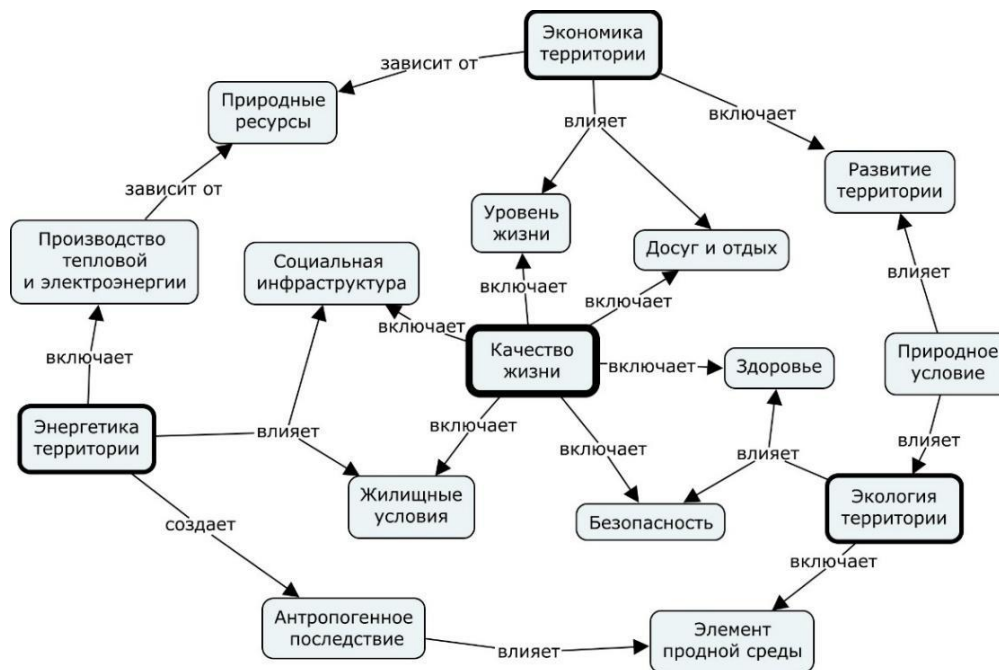


Рис. 3. Метаонтология базовых индикаторов качества жизни

Данная структура компонентов онтологического пространства знаний отражает основные понятия, связанные с качеством жизни и его основными индикаторами. В частности, производство тепловой и электрической энергии, с одной стороны, непосредственно положительно влияет на экономическое развитие территории, на качество жизни через улучшение жилищных условий и социальной инфраструктуры. Опосредованно, через развитие экономики территории положительное влияние осуществляется и на уровень жизни, обеспечение досуга и отдыха. С другой стороны, антропогенное влияние энергетики на элементы природной среды отрицательно воздействуют на здоровье и безопасность, тем самым ухудшая качество жизни. Представленная схема отражает базовые компоненты онтологического пространства знаний, связанные с выполняемыми исследованиями влияния энергетики на качество жизни.

Заключение. Выполненные исследования являются продолжением работы по формированию онтологического пространства знаний с целью их интеграции для междисциплинарных исследований в области энергетики и экологии с точки зрения оценки качества жизни населения. В данной работе представлена группа онтологий, связанных с понятием антропогенного воздействия объектов энергетики на элементы природной среды. Антропогенное воздействие определяется антропогенной нагрузкой, которая зависит от состава загрязняющих веществ, их класса опасности и физико-химических свойств, а также от климатических, орографических и фоновых условий территории. Интеграция экологической и социальной составляющих в этих исследованиях необходима для сопоставления положительного

и отрицательного влияния функционирования объектов энергетики на население и природную среду. Индикаторы качества жизни предлагается рассматривать как критерии оценки этого влияния. Выполненный онтологический инжиниринг области пересечения знаний разных предметных областей и предлагаемые онтологические модели обеспечивают наглядное представление и структурирование взаимосвязанных компонентов знаний.

Благодарности. Результаты получены в рамках проекта по госзаданию ИСЭМ СО РАН АААА-А21-121012090007-7 (проект № FWEU-2021-0007), при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-07-00195 с использованием ресурсов ЦКП "Высокотемпературный контур" (Минобрнауки России, проект № 13.ЦКП.21.0038).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Массель Л.В., Иванова И.Ю., Ворожцова Т.Н., Майсюк Е.П., Ижбулдин А.К., Зорина Т.Г., Барсегян А.Р. Онтологические аспекты исследования взаимовлияния энергетики и геоэкологии // *Онтология проектирования*. 2018. Т.8. № 4(30). С. 550-561. DOI:10.18287/2223-9537-2018-8-4-550-561.
2. Массель Л.В. Фрактальный подход к структурированию знаний и примеры его применения // *Онтология проектирования*. 2016. Т.6. № 2(20). С. 149-161. DOI:10.18287/2223-9537-2016-6-2-149-161.
3. ГОСТ 19431-84. Энергетика и электрификация. Термины и определения. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005816> (дата обращения: 14.07.2021).
4. Энергетическая безопасность. Термины и определения. / Отв. редактор чл.-корр. РАН Воропай Н.И. М.: «ИАЦ Энергия». 2005. 60 с.
5. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль. 1990. 637 с.
6. Большая Российская энциклопедия. Режим доступа: <https://bigenc.ru/economics/text/2054276> (дата обращения: 14.07.2021).
7. Биологический энциклопедический словарь. Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_biology/6915/ (дата обращения: 10.07.2021).
8. Ворожцова Т.Н., Майсюк Е.П., Иванова И.Ю. Система онтологий для исследования антропогенного влияния объектов энергетики на окружающую среду // *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2020. № 1 (17). С. 89-104. DOI: 10/38028/ESI.2020.17.1.007.
9. ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». Режим доступа: <https://rosstandart.msk.ru/gost/001.013.300/gost-12.1.007-76/> (дата обращения: 10.06.2021).
10. А.С.Т. Классы опасности веществ. Режим доступа: <http://astbusiness.ru/klassy-opasnosti-veshhestv/> (дата обращения: 23.06.2021).
11. Финогенко И.А., Дьякович М.П., Блохин А.А. Методология оценивания качества жизни, связанного со здоровьем // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2016. Т. 21. № 1. С. 121-130.
12. Jenkinson, Crispin. "Quality of life". *Encyclopedia Britannica*, 6 May. 2020. Режим доступа: <https://www.britannica.com/topic/quality-of-life>. Accessed 13 May 2021. (дата обращения: 20.06.2021).
13. Magee Liam; James Paul; Scerri Andy (2012). "Measuring Social Sustainability: A Community-Centred Approach". *Applied Research in the Quality of Life*. 7 (3): 239-261 Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11482-012-9166-x>. (дата обращения: 16.06.2021). DOI:10.1007/s11482-012-9166-x. S2CID 145257262.

14. White A. A. Global Projection of Subjective Well-being: A Challenge to positive psychology? Psychtalk 56. 2007. Pp. 17-20. Режим доступа: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.661.5083&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 02.06.2021).
15. Лебедева Л. С. "Качество жизни": ключевые подходы и структура понятия // Мониторинг общественного мнения. 2018. № 4. С. 68-80.
16. Ушаков И. Б. Качество жизни и здоровье человека. М: «Истоки». 2005. 130 с. ISBN 55-88242-364-3.
17. Рубанова Е. Ю. Теоретические аспекты качества жизни в контексте психологии здоровья // Учёные заметки ТОГУ : 2014. Т. 5. № 3. С. 108-115. ISSN 2079-8490.
18. WHO Quality of Life Assessment Group. (1996). What quality of life? / The WHOQOL Group. World Health Forum 1996. 17(4). Pp. 354-356. Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/54358> (дата обращения: 02.06.2021).
19. Окрепилова И. Г., Венедиктова С. К. Управление качеством жизни: Учебное пособие / Под ред. д-ра экон. наук, профессора И.Г. Окрепиловой. СПб.: Изд-во СПб ГУЭФ, 2010. 104 с. Режим доступа: <https://2lib.org/ireader/2727760> (дата обращения: 15.05.2021).

UDK 004.822: (620.9+504.05)

COMPONENTS OF THE ONTOLOGICAL KNOWLEDGE SPACE FOR ASSESSING THE IMPACT OF ENERGY ON THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION

Vorozhtsova T.N.

Ph.D, lead engineer of Department of Artificial Intelligence Systems in the Energy Sector,
e-mail: tnn@isem.irk.ru

Ivanova I.Y.

Ph.D, Head of Laboratory of energy supply for decentralized consumers,
e-mail: nord@isem.irk.ru

Maysyuk E.P.

Ph.D, Senior researcher of Laboratory of energy supply for decentralized consumers,
e-mail: maysyuk@isem.irk.ru

Melentiev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

Abstract. This paper examines an ontological approach to integrating knowledge to support interdisciplinary studies in energy and ecology in terms of quality of life assessment. These studies involve the integration of environmental and social components. The environmental component is determined by natural and climatic conditions and the state of elements of the natural environment of a particular territory. The social component implies meeting the demand of the population for electricity and heat, which are necessary for comfortable living. To compare the positive and negative impacts of the operation of energy facilities on the natural environment and the population, quality of life metrics are considered as a way to assess these impacts. We present ontologies detailing the basic concepts of the subject area of research on the anthropogenic impact of energy facilities and quality of life, and reflecting their integration into a single ontological space of knowledge. The use of the ontological approach provides a visual representation and integration of knowledge from different subject areas.

Keywords: ontological approach, anthropogenic impact, quality of life, energy, environment, ecology.

Acknowledgements: The work is carried out within the framework of the project supported by the Russian Foundation for Basic Research grant № 0-07-00195, and the project on the state task of MESI SB RAS,

State registration №.FWE U-2021-0007 (AAAA-A21-121012090007-7) using the resources of the High-Temperature Circuit Multi-Access Research Center (Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, project no 13.СКР.21.0038).

REFERENCES

1. Massel L.V., Ivanova I.Yu., Vorozhtsova T.N., Maysyuk E.P., Izbuldin A.K., Zorina T.G., Barseghyan A.R. Ontologicheskie aspekty issledovaniya vzaimovliyaniya energetiki i geoeologii [Ontological aspects of the study of the mutual influence of energy and geoeology] // *Ontologiya proektirovaniya = Ontology of designing*. 2018. Vol.8. №. 4(30). Pp. 550-561. DOI:10.18287/2223-9537-2018-8-4-550-561 (in Russian)
2. Massel L.V. Fraktal'nyj podhod k strukturirovaniyu znaniy i primery ego primeneniya [Fractal approach to knowledge structuring and examples of its application] // *Ontologiya proyektirovaniya = Ontology of designing*. 2016. Vol.6. №. 2(20). Pp. 149-161. DOI:10.18287/2223-9537-2016-6-2-149-161 (in Russian)
3. GOST 19431-84. Energetika i elektrifikaciya. Terminy i opredeleniya [Energy industry and electrification Terms and definitions]. (in Russian)
4. Energeticheskaya bezopasnost'. Terminy i opredeleniya [Energy security. Terms and definitions] / Responsible Editor Corresponding member RAS Voropai N. I. M.: "IAC Energia". 2005. 60 p. (in Russian)
5. Reimers N.F. Prirodopol'zovanie: Slovar'-spravochnik.[Nature management: Handbook and dictionary] M.: Mysl' = M: Thought. 1990. Pp. 592-593 (in Russian)
6. Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya [Great Russian Encyclopedia]. Available at: <https://bigenc.ru/economics/text/2054276> (accessed 14.07.2021) (in Russian)
7. Biologicheskij enciklopedicheskij slovar' [The Biological Encyclopedic Dictionary]. Available at: https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_biology/6915/ (accessed 10.07.2021) (in Russian).
8. Vorozhtsova T.N., Maysyuk E.P., Ivanova I.Yu. Sistema ontologij dlya issledovaniya antropogennogo vliyaniya ob'ektov energetiki na okruzhayushchuyu sredu [System of ontologies for studies of the anthropogenic impact of energy facilities on the environment] // *Informacionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii = Information and mathematical technologies in science and management*. 2020. №. 1 (17). Pp. 89-104. DOI: 10/38028/ESI.2020.17.1.007 (in Russian)
9. GOST 12.1.007-76. Vrednye veshchestva. Klassifikaciya i obshchie trebovaniya bezopasnosti [Harmful substances. Classification and general safety requirements] (in Russian)
10. A.S.T. Klassy opasnosti veshchestv [Hazard classes of substances]. Available at: <http://astbusiness.ru/klassy-opasnosti-veshhestv/> (accessed 23.06.2021) (in Russian)
11. Finogenko I.A., Diakovich M.P., Blokhin A.A. Metodologiya ocenivaniya kachestva zhizni, svyazannogo so zdorov'em [Methodology for assessing health-related quality of life] // *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskiye nauk = Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences*. 2016. Vol. 21. № 1. Pp. 121-130 (in Russian)
12. Jenkinson, Crispin. "Quality of life". *Encyclopedia Britannica*, 6 May. 2020. Available at: <https://www.britannica.com/topic/quality-of-life> (accessed 13.05.2021).
13. Magee Liam, James Paul, Scerri Andy (2012). "Measuring Social Sustainability: A Community-Centred Approach". *Applied Research in Quality of Life*. 7(3): 239-261. DOI:10.1007/s11482-012-9166-x.S2CID145257262. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11482-012-9166-x> (accessed 16.06.2021).

14. White A. (2007). A Global Projection of Subjective Well-being: A Challenge to positive psychology? *Psychtalk* 56. 17-20. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.661.5083&rep=rep1&type=pdf> (accessed 02.06.2021).
15. Lebedeva L. S. "Kachestvo zhizni": klyuchevye podhody i struktura ponyatiya ["Quality of life": key approaches and structure of the concept] // *Monitoring obshchestvennogo mneniya = Public opinion monitoring*. 2018. №. 4. Pp. 68-80. (in Russian)
16. Ushakov I. B. *Kachestvo zhizni i zdorov'e cheloveka [Quality of life and human health]*. M.: Istoki = Origins. 2005. 130 p. ISBN 55-88242-364-3 (in Russian)
17. Rubanova E. Yu. *Teoreticheskie aspekty kachestva zhizni v kontekste psihologii zdorov'ya [Theoretical aspects of quality of life in the context of health psychology]* // *Uchyonye zametki TOGU = Scientific notes of the TOGU*. 2014. Vol. 5. №. 3. Pp. 108-115. (in Russian)
18. WHO Quality of Life Assessment Group. (1996). What quality of life? / The WHOQOL Group. *World Health Forum* 1996. 17(4): Pp. 354-356 Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/54358> (accessed 02.06.2021).
19. Okrepilova I. G., Venediktova S. K. *Upravlenie kachestvom zhizni: Uchebnoe posobie [Management of quality of life: Textbook]* / Ed. by Prof. D.Sc. in Economics I.G. Okrepilova. St. Petersburg: Publishing house of St. Petersburg State University of Economics and Finance, 2010. 104 p. Available at: <https://2lib.org/ireader/2727760> (accessed 15.05.2021) (in Russian).

Статья поступила в редакцию 14.07.2021; одобрена после рецензирования 13.09.2021; принята к публикации 05.10.2021.

The article was submitted 14.07.2021; approved after reviewing 13.09.2021; accepted for publication 05.10.2021.