

ЕДИН ПОДХОД ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ОНТОЛОГИЯ НА УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ

Боряна Делийска, Аделина Иванова, Владислав Тодоров¹
Лесотехнически университет, София

Резюме

Устойчивото развитие в различните му аспекти е многостранно и противоречиво понятие, тълкувано от многобройни източници на всички езици. В настоящото изследване се обосновава необходимостта от изследване и развитие на общ продуктивен подход за изграждане на онтологии на устойчивото развитие. Въз основа на преглед и анализ на съществуващите онтологии и тезауруси в тази област, като използваме терминологията в утвърдени и авторитетни източници в областта, се предлагат тезаурус и формална (концептуална) онтология на устойчивото развитие. Изследват се връзките ѝ с други общи онтологии, както и с предметни онтологии на области от знанието, силно свързани с устойчивото развитие. За проектирането ѝ се прилага универсален подход за изграждане на онтология на система и процес.

Ключови думи: онтология, устойчиво развитие, система, процес.

Key words: ontology, sustainable development, system, proces.

JEL: C02, A23, M1, Z3.

Увод

Устойчивото развитие (УР) в различните му аспекти е многостранно, сложно и противоречиво понятие, тълкувано в многобройни изследвания. Според най-известната и общоприета дефиниция, устойчивото развитие е развитие, при което се задоволяват потребностите на настоящето, без да се излага на рискове възможността на бъдещите поколения да задоволяват своите собствени потребности [15].

Съществуват множество други дефиниции, но в основата им е разбирането, че УР се отнася до природата, икономиката и обществото във всичките им аспекти, включително управление на рисковете в тях. Проучванията в областта на УР са неразделни от моделирането му и необходимостта от участието на изследователи от широк кръг научни области – инженерни, математически, социални, икономически и природни. В зависимост от използваните формални методи на статистиката, изкуствения интелект, теорията на системите и теоретичната информатика, моделирането на УР се обособява като онтологично, статистическо и информационно. Прилагат се формални езици – математически, логически и програмни – текстови или графични. В зависимост от целта на изследването, моделирането съчетава последователното създаване на повече от едни модели.

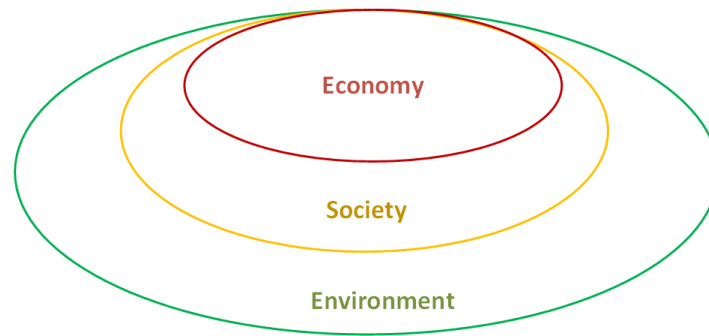
Все повече се налага схващането, че моделирането с онтологии, предхожда всяко научно изследване поради факта, че осигурява концептуалната основа. Онтологията е средство за формално представяне и генериране на знания за реалния свят или за части от него чрез набор от класове (концепции) в дадена предметна об-

ласт и връзките между тях. В близкото минало онтологиите бяха чисто теоретични разработки, но сега те придобиват все по-широко практическо приложение – от комуникациите между хора и компютърни системи до автоматично извеждане и многократно използване на знания [13]. Онтологичните модели се разработват все по-активно през последните 30 години. Състоят се от една или повече онтологии на изследваната предметна област. От гледна точка на информатиката, онтологията се дефинира като софтуер за описание на йерархична концептуална схема от класове, техните компоненти, семантични зависимости и правила, приети в областта.

Необходимостта от онтология на УР възниква във връзка с нееднозначното тълкуване, както на основната терминология, така и на тази в свързаните с нея области. Въз основа на преглед и анализ на съществуващите онтологии и тезауруси в тази област, както и на известен универсален подход за изграждане на онтология на система и процес [3], в настоящата работа се предлага собствена онтология на УР. Изследват се връзките ѝ с други общи и предметни онтологии в области от знанието, свързани с УР.

1. Преглед на изследванията в областта

Съществуват множество дефиниции и опити за стандартизиране на понятията в УР. Това предизвиква различни противоречиви тълкувания на този световен феномен. Обаче, единоразно е възприето, че УР има три взаимно-зависими дименсии (стълбове): екологична, социална и икономическа (фиг. 1). Всяка от тях има собствени рамки и индикатори.



Фиг. 1. Компоненти и зависимости на УР [17]

Икономическата и екологичната устойчивост се измерват с общоприети и утвърдени индикатори, докато социалната устойчивост е твърде неопределена [4], защото зависи от трудно измерими фактори, като безопасност, социално единство, справедливост и равенство, социални взаимоотношения и т.н.

Известни са онтологии, които обхващат цялостно процеса на УР (обща), някои от неговите стълбове (предметни) или конкретни приложения (приложни). В последните години сериозно постижение в моделирането на УР е общата онтология SDGIO (Sustainable Development Goals Interface Ontology), разработена от Inter-Agency Expert Group on Sustainable Development Goals (IAEG-SDG) при ООН в периода 2016-2017 г. SDGIO се фокусира върху концепциите, свързани с трите стълба и дефинираните 17 цели на устойчивото развитие. Всяка цел обхваща известен брой индикатори, чийто общ брой понастоящем е 241 [17]. Структурирани са 102 концепции (класове), заедно с техните дефиниции и релации. Освен това, SDGIO е свързана с и импортира 10 външни онтологии – (Environment Ontology (ENVO), Population and Community Ontology (PCO), Protein Ontology (PRO) и др.). SDGIO е публикувана в онлайн хранилището GitHub [18] и в хранилището на знания на ООН (UNEP knowledge repository).

В [6] е представена обща онтология за оценка на устойчивостта (Ontology for Sustainability Assessment), която съдържа детайлно изследвани индикатори, мерки, метрика и подходи в областта.

Намерени са и няколко приложни онтологии – на устойчиво социално развитие в университет (SD-based social ontology within a University system) [2], на устойчиви бизнес модели (Strongly Sustainable Business Models Ontology) [13], на устойчивото развитие на Финландия до 2030 г. [8], на устойчивото земеделие в Нигерия [9], на технология за устойчиво строителство [1] и др.

2. Подход за изграждане на онтологичен модел на УР

Изграждането на онтологичен модел е предмет на т.нар. онтологично инженерство и включва няколко основни етапа:

2.1. Определяне на същността на основната концепция

От гледна точка на системната теория, устойчивостта е състояние (характеристика) на някаква система.

Основната концепция (старшият клас) на настоящата онтология – Устойчиво развитие, е вид устойчивост, но и вид процес. Следователно, е свързано с обща онтология на система, която включва в себе си обща онтология на процес [3]. Общите онтологии на система и процес са взаимно свързани, защото всеки процес протича в система, започва от някакво събитие и се състои от действия и операции, предизвикващи редица междинни състояния, а в края на процеса системата достига ново състояние.

Процесът на УР в която и да е система може да се представи като последователност от цикли на еволюционно изменение на състоянието ѝ със скокообразен преход на състоянията в края на цикъла на ново качествено ниво. Така, УР предполага положително изменение на качеството на системата.

2.2. Проучване на текстови корпуси в областта

Текстови корпуси за извличане на терминологията в УР са утвърдени документи на ООН [10], ЮНЕСКО [10] и други световни организации в тази област, както и на общоприети стандарти [11].

2.3. Съставяне на контролиран речник и тезаурус

Подходите за извличане на терминологията от текстови корпуси за съставяне на контролиран речник (съдържащ утвърдените термини) са основно два:

- Автоматизирано – чрез методите и технологиите на т.нар. извличане на знания от текст (text mining) върху текстови корпузи от предметната област;
- Ръчно – най-често използван доскоро подход, при който за съставянето на контролиран речник се проучват публикации и се анкетира експерти.

Контролираният речник, за разлика от обикновения речник, съдържа съществените (препоръчаните) термини, извлечени от корпусите, заедно с утвърдените им дефиниции. На следващ етап, чрез добавяне на релации между термините, контролираният речник се превръща в тезаурус. В широкия смисъл, тезаурусът е онтология, но не притежава една от най-важните ѝ характеристики – възможност за многократно използване и обмен между машини с цел извличане на знание в т.нар. Семантична мрежа. По-

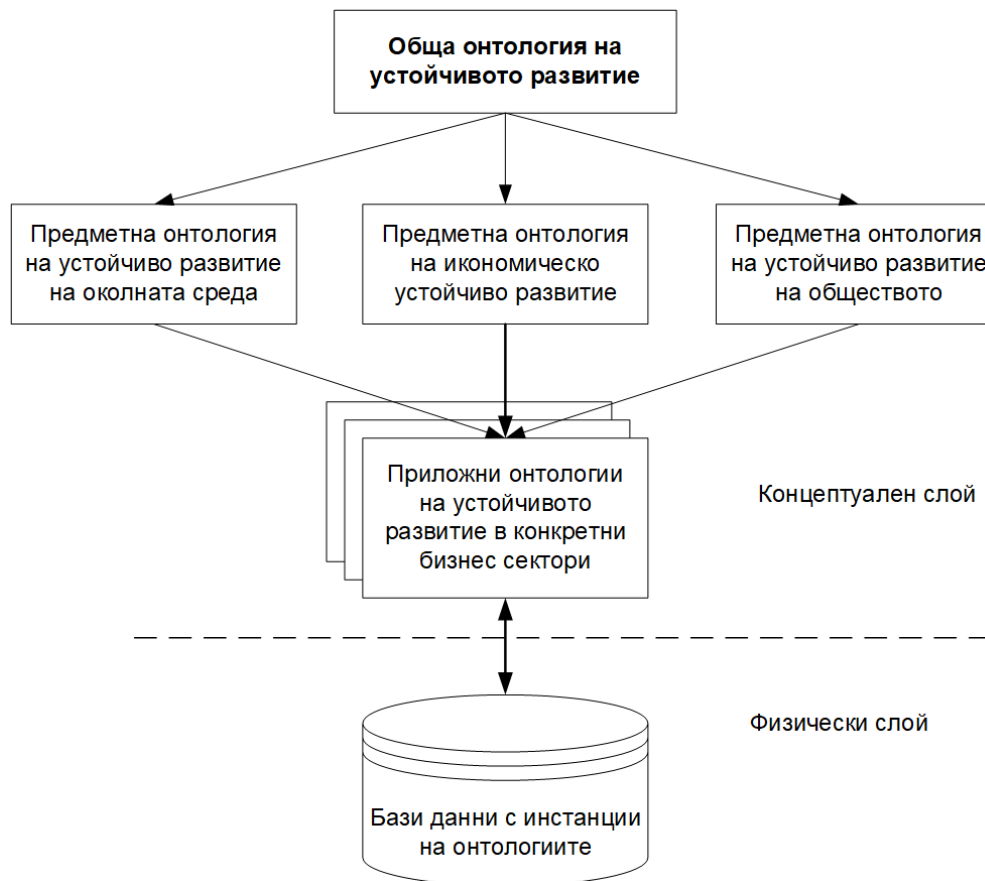
ради това се дефинира организация и ресурси за формално представяне на концепциите.

В настоящата работа контролираният речник, обхващащ около 50 термина (лексикографични единици) в областта на УР, е съставен от проучване на стандарти и публикации [5; 6; 14].

2.4. Организация за представяне на концепциите

Концепциите могат да се организират в една или няколко йерархично свързани онтологии. Вторият вариант е по-подходящ, защото е по-гъвкав, отделните онтологии се създават по-лесно, а и могат да се използват многократно за други приложения.

Поради тези съображения, е създаден онтологичен метамодел на УР, чиито компоненти са йерархично организирани на 4 нива (фиг. 2), условно разделени в два слоя.



Фиг. 2. Онтологичен метамодел на УР

2.5. Установяване на връзки с външни онтологии

Общата онтология на УР с най-старши клас Устойчиво развитие, като вид процес се свързва с:

- обща онтология на процес, която от своя страна е в състава на обща онтология на система [3].
- SDGIO [6] и SA ontology [6].

Останалите онтологии в модела импортират външни онтологии, свързани с конкретната предметна област.

2.6. Ресурси за създаване и поддържане на онтологията на УР

За кодирането на онтологията се избират стандартни ресурси – език OWL на W3C и Семантичната мрежа и средата за развитие на онтологии Protégé, разработена и поддържана в Станфордския университет [19].

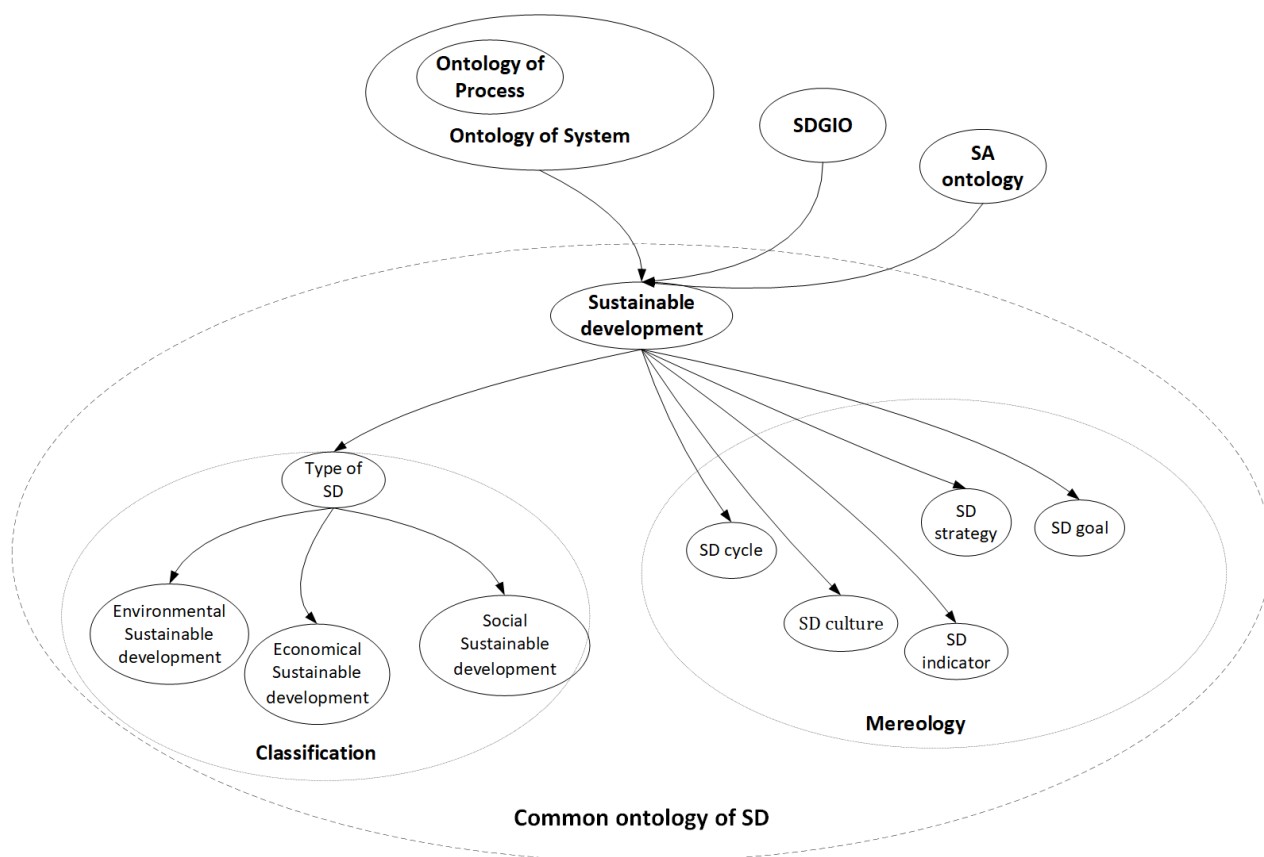
2.7. Верифициране на онтологията

Верифицирането на семантичната структура и онтологичните единици се изпълнява също в среда Protégé. Пак там се предлагат ресурси за създаване на заявки за извличане на знания от онтологии.

3. Изграждане и регистриране на обща онтология на УР

Предвид гореказаното, е изградена общата онтология на УР, включваща около 50 класа. Таксономията на класовете се разделя на две главни групи – класификация и мереология. Йерархичните връзки между класовете, представени главно с релации от типа *част-цяло* (*part-whole*) са мереологични. Такива класове са *Цикъл на УР* (SD cycle), *Култура на УР* (SD culture), *Индикатор на УР* (SD indicator) и др. Релациите от тип *е/има* (*is-a/has-a*) са класификационни (от тип subsumption) и определят типовете в онтологията. В случая, както бе посочено горе, типовете са главно 3 – икономическо, екологично и социално УР.

Старшите класове и външните връзки на общата онтология на УР са показани на фиг. 3.



Фиг. 3. Откъс от обща онтология на УР

Кодираната онтология се регистрира в онтологично хранилище.

Заклучение

В работата е направен обзор на онтологии за УР. Предложен е собствен подход за изграждане на онтологичен метамодел на УР, включващ йерархично организирано множество от онтологии.

Създаден е речник на препоръчаните термини, тезаурус и код на обща онтология на УР. Установени са и връзки с външни онтологии на система и процес.

По-нататъшните изследвания включват създаването на предметните онтологии от метамодела. Онтологите на УР ще се конвертират във формат за регистриране в Schema.org [20], онлайн контролиран речник, поддържан от Google, Microsoft, Yahoo и Yandex.

Литература

1. Abanda F.H., Tah J.H.M. Towards developing a sustainable building technology ontology. In: Dainty A. (Ed) Proceedings of 24th Annual ARCOM Conference, 1-3 September 2008, Cardiff, UK.
2. Bankole A., Fidelis E., Alfred N. Towards a Social Ontology on Sustainable Development in CUT: Understanding Stakeholder Perceptions. In Filho W.L. et al., (eds) Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education, Springer International Publishing AG, 2016, pp. 425-439.
3. Deliyska B., Manoilov P. *Ontology-based System and Process Modeling*. LAP Lambert Academic Publishing, ISBN-13: 978-3-659-33824-3, ISBN-10: 3659338249, 2015, pp 104.
4. Helne, T., Hirvilammi, T. (2015). *Wellbeing and Sustainability: A Relational Approach*. Sustainable Development. 23, 3, p 167-175-179.
5. Jensen M. *Sustainable Development Goals Interface Ontology*, 2017, http://ceur-ws.org/Vol-1747/IT202_ICBO2016.pdf
6. Konys A. *An Ontology-Based Knowledge Modelling for a Sustainability Assessment Domain*. J. Sustainability 2018, 10 (2), 300; doi:10.3390/su10020300
7. Laitinen J.P. *On the road to systemic sustainability: How can cleantech facilitate the Finnish sustainability transition – a multi-layer perspective backcasting analysis*. Master Thesisi, Jyväskylä University School of Business and Economics, Finland, 2015.
8. Malek S.M., Ukre E. *Agriculture Ontology for Sustainable Development in Nigeria*, Advances in Computing, doi:10.5923/j.ac.20130303.04, 2013.
9. Report of the World Commission on Environment and Development. United Nations. From: <https://www.bsigroup.com/en-GB/standards/benefits-of-using-standards/becoming-more-sustainable-with-standards/>.
10. Sustainable development. UNESCO Thesaurus. From: <http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/en/page/?uri=http://vocabularies.unesco.org/thesaurus/concept7775>, 2006.
11. Sustainability Standards from ISO. From: <http://iso26000.info/related-standards/>
12. Upward A., Jones P. *An Ontology for Strongly Sustainable Business Models*. J. Organization & Environment, 2016, 206, 29(1).
13. Uschold M., Gruninger M. *Ontologies Principles Methods and Applications*. University of Edinburgh, Knowledge Engineering Review, 11(2), June 1996.
14. Wallenborn G. (2008) *Degrowth vs. sustainable development: how to open the space of ontological negotiation*. First international conference on Economic Degrowth for Ecological Sustainability and Social Equity, Paris, April 18-19th 2008.
15. WCED (World Commission on Environment and Development), 1987. Our Common Future, London.
16. Wu J. *Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes*. J. Landscape Ecology, 2013, 28, 999–1023
17. <https://github.com/SDG-InterfaceOntology/sdgio/blob/master/docs/term%20lists>
18. <https://github.com>
19. <https://protege.stanford.edu/products.php#desktop-protege>
20. <http://schema.org/docs/about.html>

SUSTAINABLE DEVELOPMENT ONTOLOGY

Boryana Deliyska, Adelina Ivanova, Vladislav Todorov
University of Forestry, Sofia, Bulgaria

Abstract

In the work the necessity of sustainable development ontology building is discussed. The concept of sustainable development as multilateral and contradictory notion and its different aspects are considered. Moreover, there are numerous multilingual sources about it. On the base of overview and analysis of well-known ontologies in the area, as well as exploring the terminology used in authoritative sources, a thesaurus and formal ontology are created. Their links with common ontologies and with domain ontologies in different areas are investigated. For sustainable development ontology design, an universal approach concerning system and process ontology is applied.

Адрес за контакти

Пощенски адрес: бул. Климент Охридски № 10, София 1756
e-mail: ad_ivanova@abv.bg