



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.89

## ПОИСК АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ ИСПОЛЬЗУЯ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

**Ильина А.И.**

*Санкт-Петербургский Архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия (190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская д.4), e-mail: alisas-ilina.01@mail.ru*

---

Появляющееся применение инструментов на основе искусственного интеллекта (ИИ) в творческой практике побуждает к анализу того, как эти инструменты могут быть интегрированы в экологический архитектурный дизайн. Это исследование было направлено на выявление возможностей применения инструментов и подходов на основе ИИ для поиска формы в области биофильного архитектурного дизайна. Такие инструменты могут стать для архитектора стартом дальнейшего творческого поиска.

Ключевые слова: искусственный интеллект, архитектурная форма

## SEARCH FOR ARCHITECTURAL FORMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

**Ilina A.I.**

*Saintpetersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia (190005, Saintpetersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya street 4), email: alisas-ilina.01@mail.ru*

---

The emerging application of artificial intelligence (AI) based tools in creative practices encourages analysing how these tools could be integrated into ecological architectural design. This research was aimed at identifying the possibilities of applying AI-based tools and approaches for shape-finding in the field of biophilic architectural design. Such tools can be the start of a further creative search for the architect.

Keywords: artificial intelligence, architectural form.

Согласно преобладающему нарративу, человечество и планета Земля переживают геологическую эпоху антропоцена, когда воздействие человека на планету является «истратиграфически значимым, и необратимым» [1]. Согласно Джоанне Зылинской [1], этот нарратив привлекает внимание к экологическому кризису, повышает осведомленность об окружающей среде и призывает к эффективным экологическим теориям и практикам, которые могли бы помочь возместить планетарный ущерб. Этот призыв именуется антропоценовым императивом [1]. Зылинская отмечает, что аббревиатура антропоценового императива и искусственного интеллекта (ИИ) совпадают, и рассматривает потенциал искусственного интеллекта в достижении экологических целей [1]. Символическая взаимосвязь между искусственным интеллектом и антропоценовым императивом, нарисованная Зылинской [1],

вдохновила это исследование, посвященное взаимосвязи ИИ и биофильного дизайна, а также его эстетическим, этическим и экологическим последствиям.

Выполнение императива антропоцена обусловлено не только технологическим прогрессом; одинаково важно глубокое понимание связей между человеком и природой, а также этических и эстетических последствий экологических действий. Одной из теорий взаимосвязи человека и природы является гипотеза биофилии, разработанная Э. О. Уилсоном в последние десятилетия 20 века. Э. О. Уилсон определял биофилию как «врожденную привязанность людей к другим формам жизни, привязанность, вызываемую, в зависимости от обстоятельств, удовольствием, или чувством безопасности, или благоговением, или даже восхищением, смешанным с отвращением» [2]. Э. О. Уилсон обосновал гипотезу эволюционной логикой, межкультурным сравнением и психологическими методами [3]. Суть гипотезы биофилии можно резюмировать в современных терминах следующим образом: у людей, возможно, возникла потребность в общении с природой, а природа обеспечивает людям существенное благополучие, культурные и социальные ценности [4]. С момента публикации гипотезы биофилии все больше исследований анализируют и доказывают психологическую и физиологическую пользу для здоровья от знакомства с природой [5]. Однако современные городские жители, как правило, больше времени проводят в помещении (примерно 90 % в день) и меньше времени проводят на открытых площадках для отдыха. Особенно во время пандемии COVID-19 у большинства горожан был ограничен доступ к городским зеленым зонам или сельской местности, и это не только вызвало социальную изоляцию, но и усугубило проблемы со здоровьем [5], [6]. Дисциплина биофильного дизайна, возникшая из гипотезы биофилии, способствует интеграции природных элементов и характеристик природной среды в искусственную среду, что оказывает значительное положительное влияние на здоровье, благополучие и продуктивность человека [7]. Направление биофильного дизайна представляется особенно важным, учитывая нынешнюю отмеченную выше оторванность жизни человека от природы. Согласно В. Жонгу [6], восстановление связи с природой признано одной из самых актуальных задач современной городской архитектуры. Как В. Жонг [6] отмечает, что существует несколько проблем, связанных с биофильным архитектурным проектированием: необходимость понять и изучить, как «природа» может быть интегрирована и выражена в архитектуре; выявить и избежать стратегий «зеленой стирки», когда биофильные особенности и экологические обязательства носят поверхностный характер и играют лишь роль маркетинга продукта. Более того, существующие исследования показывают, что существуют более широкие положительные последствия, связанные с взаимосвязью человека и природы, которые могут быть достигнуты с помощью биофильного архитектурного дизайна. По мнению По Ванга и Чи Ю [8], эстетическое переживание окружающего мира может запускать позитивное экологическое сознание у человека. Другие исследователи [9], [10] утверждают, что эмоциональные реакции на естественную среду, такие как эмпатия, могут привести к сохранению природы и более устойчивому поведению. Таким образом, можно предположить, что восстановление прерванной связи человека с природой в повседневной жизни и рабочей среде с помощью биофильных пространств высокого архитектурного и эстетического качества может привести к росту экологической сознательности и более устойчивому поведению. Актуальность биофильного дизайна для психологического и физического здоровья человека, а также упомянутые выше более широкие положительные последствия и угроза поверхностности и

«зеленой отмычки», когда биофильные черты просто прикрепляются к обычным бизнес-структурам, побуждают к анализу возможностей эстетического выражения биофильных архитектурных форм и возможности формообразования в биофильной архитектуре.

Объем исследований по применению ИИ в дизайне постоянно растет. Однако обзор литературы показал, что применение ИИ в биофильном дизайне по-прежнему является новой темой, и лишь немногие публикации непосредственно нацелены на применение ИИ в контексте биофильного дизайна. На основе анализа литературы можно выделить две тенденции в применении ИИ в биофильном дизайне: инструменты на основе ИИ в анализе биофильного дизайна и инструменты на основе ИИ в биофильном творчестве.

Исследования в области биофильного дизайна включают недавние интересные применения передовых инструментов, включая виртуальную реальность [7] и ИИ [4], [5]. Приложения виртуальной реальности интересны как возможностью предварительного тестирования реакции человека на дизайнерские решения, так и с точки зрения будущей перспективы создаваемых виртуальных биофильных сред, направленных на дистанционное общение и развлечения. Исследование Моллазаде и Юмин Жу [7] показало, что виртуальные реальности можно применять для «представления комбинаций биофильных паттернов, обеспечения мультимодальных сенсорных входов, <...> поддержки необходимого времени экспозиции для наблюдения биофильных паттернов и измерения биологические реакции человека на окружающую среду».

Архитектура является одной из самых медленных форм искусства, учитывая то время, когда ранние проекты адаптируются, технически разрабатываются и строятся [11], поэтому виртуальная реальность может стать ценным средством для экспериментов с биофильными формами. Тем временем Ши Хан Хунг и Чун Ен Чанг [5] провел исследование выявления биофильных элементов и качеств на фотографиях городских зеленых насаждений с помощью Google Vision AI. В этом исследовании изучалась возможность использования системы распознавания изображений на основе ИИ для классификации содержания ландшафтных меток на изображениях городских зеленых зон и прогнозирования влияния особенностей окружающей среды на психологическое состояние людей. Исследование Чиа Чен Чанга и др. [4] привлекли социальные сети и ИИ для доказательства биофильной гипотезы, связывающей содержание природы в 31 534 проанализированных фотографиях с положительными воспоминаниями и удовлетворенностью жизнью. Оба исследования [4], [5] демонстрируют, что инструменты на основе ИИ могут применяться для выявления биофильных признаков и элементов на изображениях, включая изображения биофильного архитектурного дизайна.

Наука архитектурного дизайна по своей сути является наукой о разработке и исследовании форм [12]. Прежде чем обсуждать применение инструментов на основе ИИ для создания биофильных проектов, важно провести различие между поиском формы и поиском формы в архитектурном творчестве. Согласно Николасу Голдсмиту [13], подход к формообразованию основан на личных визуализациях дизайнера; между тем подход к поиску формы включает в себя изучение процессов в природе, чтобы выявить способы организации дизайна. Во втором случае эстетика формы является эмерджентным свойством развитых природных форм больше, чем целенаправленное творение. Хуссейн Эльшанвани и др. [14] выделяют аналогичную дихотомию в процессе проектирования: личное вдохновение, интуиция, чувство прекрасного архитектора и подходы к проектированию, основанные на правилах и выполнении проектных требований. Оба подхода ценны в области биофильного

дизайна. В этом исследовании мы сосредоточимся на процессе поиска формы, который включает в себя большую творческую свободу, основанное на случайности творчество [15] и иногда неожиданные результаты и могут применяться на начальных этапах разработки идеи проекта и дизайна. Обзор литературы не выявил случаев поиска формы биофильного дизайна с помощью инструментов на основе ИИ. Существует множество литературы по передовым компьютерным технологиям в архитектурном проектировании [14], хотя основное внимание уделяется параметризму [11]. Однако опыт творчества на основе ИИ в сфере искусства может быть очень полезен в этом плане. Компьютерное искусство присутствует на арт-сцене с 1970-х годов; Между тем, со второй половины 2010-х годов произведения искусства, созданные с использованием инструментов на основе ИИ, получили распространение, приобрели известность и социокультурную значимость [16]. Растет объем исследований по объединению ИИ и культурного производства [17]. В этой области можно выделить обширные обзоры Евы Четинич и Джеймса Ше [15] и Деяна Грба [16]. Согласно Майклу Матеасу [17], искусство, основанное на ИИ, — это не подполе исследований ИИ, а новая междисциплинарная дисциплина; то же утверждение можно применить к поиску архитектурных форм на основе ИИ. Термин «генеративное искусство» [1], [15] часто используется для искусства на основе ИИ, которое включает в себя случайность, сложность и архитектуру машинного обучения — искусство, которое создается системами с некоторым уровнем автономии [15], [16]. Такие черты генеративного искусства, как случайность [16] - элемент неожиданности и определенная степень неконтролируемости [18], делают это направление творчества интересным с точки зрения формообразования.

Согласно Хуссейну Хассину и Ниману [19], искусство, созданное с помощью компьютеров, имеет долгую и разнообразную историю и включает в себя широкий спектр инструментов и подходов к взаимодействию ИИ и человека. Деятельность в области генеративного искусства особенно активизировалась в последние годы после того, как были изобретены алгоритмы DeepDreams, нейронной передачи стиля (NST) и различных приложений генеративно-состязательных сетей (GAN), которые постепенно стали доступны сообществу художников через удобные для пользователя платформы.

DeepDreams. Алгоритм DeepDreams был разработан и представлен А. Мордвинцевым в 2015 году как метод, предназначенный для повышения интерпретируемости глубоких сверточных нейронных сетей (CNN) путем визуализации паттернов, которые максимизируют активацию нейронов [15]. Согласно Дж. Зылинской [1], «DeepDreams работает, идентифицируя и улучшая шаблоны в изображениях, что приводит к тому, что алгоритм «находит» человеческие глаза или щенков на любых обычных фотографиях». Отличительный стилистический эффект визуализаций с психоделической и галлюцинаторной эстетикой привлек внимание цифровых художников [15], и, следовательно, DeepDreams стал использоваться как творческий инструмент [1].

Передача нейронного стиля (NST). Л. Гатис и соавт. внедрил метод NST в 2016 году; этот подход продемонстрировал успешное использование CNN для создания сгенерированного визуального контента путем разделения и объединения так называемого контента и стиля изображений: отделить контент изображения от его стиля, объединить стиль одного изображения с контентом других изображений. За этим изобретением последовало множество новых исследований и приложений [15], [19].

Искусство генеративно-состязательных сетей (GAN) и преобразование текста в изображение. GAN были представлены в 2014 г. Согласно Четинич и Ше [15], это технологическое нововведение стало поворотным моментом в попытках использовать машины для создания нового визуального контента и в значительной степени способствовало современному подъему художественного движения ИИ. GAN продемонстрировали впечатляющие результаты в создании убедительных поддельных вариаций реалистичных изображений для различных типов входного изображения и в настоящее время являются частым инструментом в творческом процессе многих цифровых художников, особенно тех, кто имеет научное и инженерное образование [1], [15]. GAN используют две нейронные сети: генератор и дискриминатор. Две нейронные сети находятся в состязательных отношениях: одна — генератор — должна генерировать убедительные и правильные входные данные, другая — дискриминатор — классифицировать сгенерированные изображения как поддельные, а настоящие изображения из исходного образца — как настоящие. Их постоянное взаимодействие заставляет обе сети лучше учиться друг у друга, пытаясь превзойти друг друга в получении «хороших» результатов. Процесс оптимизации заканчивается в точке, которая считается минимальной по отношению к генератору и максимальной по отношению к дискриминатору [1], [15]. Различные модификации этой технологии и ее обучающие настройки вскоре были разработаны в работе творческих художников. В 2021 году была внедрена передовая нейронная сеть d, позволяющая генерировать изображения из текстовых подписей. Четинич и Ше [15] пришли к выводу, что передовые модели синтеза текста в изображение, такие как DALL-E, представленные OpenAI, будут представлять собой важную тенденцию в будущем искусственного интеллекта. Недавно в публикации Катерины Кроусон был представлен еще один инструмент преобразования текста в изображение - VQGAN + CLIP (векторная квантованная генеративно-состязательная сеть и предварительное обучение языку-изображению) [20]. Здесь авторы подчеркивают, что это новая методология, «которая способна создавать изображения высокого визуального качества из текстовых подсказок значительной семантической сложности без какого-либо обучения с использованием мультимодального кодировщика для управления генерацией изображений», создавая «результаты более высокого визуального качества, чем раньше, менее гибкие подходы, такие как DALL-E' и другие. Код VQGAN+CLIP доступен в общедоступном репозитории для художественных экспериментов.

### **Выводы.**

Применение ИИ в биофильном дизайне по-прежнему является новой темой, и лишь немногие публикации непосредственно нацелены на применение ИИ в контексте биофильного дизайна. Можно выделить два перспективных направления применения ИИ в биофильном дизайне: инструменты на основе ИИ в анализе биофильного дизайна и инструменты на основе ИИ в биофильном творчестве. Использование инструментов на основе ИИ (DeepDreams, нейронная передача стиля (NST) и различные приложения генеративно-состязательных сетей) в области генеративного искусства, предполагающего случайность, сложность и случайное творчество, делает эту область художественного творчества интересной с точки зрения архитектурного формообразования.

### Список литературы

1. Zylinska, J. AI art: machine visions and warped dreams. London: Open Humanities Press, 2020. 178 p.
2. Wilson, E. O. Naturalist. Washington, D.C.: Shearwater Books, 1994. 380 p.
3. Krčmářová, J. E.O. Wilson's concept of biophilia and the environmental movement in the USA. *Klaudyán: Internet J Histor Geogr Environ History*, 2009, vol. 6, no. 1–2, pp. 4–17.
4. Chang, C.-c., Cheng, G. J. Y., Nghiem, T. P.L., Song, X. P., Oh, R. R. Y., Richards, D. R., Carrasco, L. R. Social media, nature, and life satisfaction: global evidence of the biophilia hypothesis. *Scientific Reports*, vol. 10, no. 1, 2020, pp. 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60902-w>
5. Hung, S.-H., Chang, C.-Y. Using AI to Extract Biophilic Design Elements and Predict Health Benefits and Tradition Environmental Qi. The University of Auckland Conference contribution 2021. <https://doi.org/10.17608/k6.auckland.13578209.v2>
6. Zhong, W., Schröder, T., Bekkering, J. Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, vol. 11, no. 1, 2022, pp. 114–141. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006>
7. Mollazadeh, M., Zhu, Y. Application of Virtual Environments for Biophilic Design: A Critical Review. *Buildings*, vol. 11, no. 4, 2021, 148. <https://doi.org/10.3390/buildings11040148>
8. Wang, P.-C., Yu, C.-Y. Aesthetic experience as an essential factor to trigger positive environmental consciousness. *Sustainability*, vol. 10, no. 4, 2018, 1098. <https://doi.org/10.3390/su10041098>
9. Sobel, D. Beyond Ecophobia: Reclaiming the Heart of Nature Education. Great Barrington, MA: Orion Society, 1996. 61 p.
10. Brown, K., Adger, W. N., Devine-Wright, P., Barr, S., Bousquet, F., Butler, C., Evans, L., Marshall, N., Quinn, T. Empathy, place and identity interactions for sustainability. *Global Environmental Change*, vol. 56, no. 6, 2019, pp. 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.003>
11. Riekstins, A. Teaching parametricism as a standard skill for architecture. *Journal of Architecture and Urbanism*, vol. 42, no. 1, 2018, pp. 34–39. <https://doi.org/10.3846/jau.2018.1476>
12. Williams, K. Form-Finding, Architecture and Mathematics. *Nexus Network Journal*, vol. 24, 2022, pp. 1–3. <https://doi.org/10.1007/s00004-021-00588-3>
13. Goldsmith, N. S. Shape Finding or Form Finding? Proceedings of the IASS-SLTE 2014 Symposium “Shells, Membranes and Spatial Structures: Footprints” 15 to 19 September 2014, Brasilia, Brazil [online, cited 10.05.2022]. <https://ftlstudio.com/wp-content/uploads/2016/04/Form%20Finding%20vs%20Shape%20Making.pdf>
14. Elshanwany, H., El-sayad, Z., Nasser, H. S. Various classifications for architectural form finding process. *The Egyptian International Journal of Engineering Sciences and Technology*, vol. 32, 2020, pp. 32–42.
15. Cetinic, E., She, J. Understanding and creating art with AI: Review and outlook. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM)*, vol. 18, no. 2, 2022, pp. 1–22. <https://doi.org/10.1145/3475799>

16. Grba, D. Deep Else: A Critical Framework for AI Art. *Digital*, vol. 2, no. 1, 2022, pp. 1–32. <https://doi.org/10.3390/digital2010001>
17. Mateas, M. Expressive AI: A hybrid art and science practice. *Leonardo*, vol. 34, no. 2, 2001, pp. 147–153. <https://doi.org/10.1162/002409401750184717>
18. Tromble, M. Ask not what AI can do for art... but what art can do for AI. *Artnodes*, vol. 26, 2020, pp. 1–9. <https://doi.org/10.7238/a.v0i26.3368>
19. Hassine, T., Neeman, Z. The Zombification of Art History: How AI resurrects dead masters, and perpetuates historical biases. *Journal of Science and Technology of the Arts*, vol. 11, no. 2, 2019, pp. 28–35. <https://doi.org/10.7559/citarj.v11i2.663>
20. Crowson, K., Biderman, S., Kornis, D., Stander, D., Hallahan, E., Castriaco, L., Raff, E. VQGAN-CLIP: Open Domain Image Generation and Editing with Natural Language Guidance. In: Avidan, S., Brostow, G., Cissé, M., Farinella, G.M., Hassner, T. (eds). *Computer Vision – ECCV 2022. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 13697. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-19836-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-19836-6_6) 21.

## References

1. Zylinska, J. *AI art: machine visions and warped dreams*. London: Open Humanities Press, 2020. 178 p.
2. Wilson, E. O. *Naturalist*. Washington, D.C.: Shearwater Books, 1994. 380 p.
3. Krčmářová, J. E.O. Wilson's concept of biophilia and the environmental movement in the USA. *Klaudyán: Internet J Histor Geogr Environ History*, 2009, vol. 6, no. 1–2, pp. 4–17.
4. Chang, C.-c., Cheng, G. J. Y., Nghiem, T. P.L., Song, X. P., Oh, R. R. Y., Richards, D. R., Carrasco, L. R. Social media, nature, and life satisfaction: global evidence of the biophilia hypothesis. *Scientific Reports*, vol. 10, no. 1, 2020, pp. 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60902-w>
5. Hung, S.-H., Chang, C.-Y. Using AI to Extract Biophilic Design Elements and Predict Health Benefits and Tradition Environmental Qi. *The University of Auckland Conference contribution 2021*. <https://doi.org/10.17608/k6.auckland.13578209.v2>
6. Zhong, W., Schröder, T., Bekkering, J. Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, vol. 11, no. 1, 2022, pp. 114–141. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006>
7. Mollazadeh, M., Zhu, Y. Application of Virtual Environments for Biophilic Design: A Critical Review. *Buildings*, vol. 11, no. 4, 2021, 148. <https://doi.org/10.3390/buildings11040148>
8. Wang, P.-C., Yu, C.-Y. Aesthetic experience as an essential factor to trigger positive environmental consciousness. *Sustainability*, vol. 10, no. 4, 2018, 1098. <https://doi.org/10.3390/su10041098>
9. Sobel, D. *Beyond Ecophobia: Reclaiming the Heart of Nature Education*. Great Barrington, MA: Orion Society, 1996. 61 p.
10. Brown, K., Adger, W. N., Devine-Wright, P., Barr, S., Bousquet, F., Butler, C., Evans, L., Marshall, N., Quinn, T. Empathy, place and identity interactions for sustainability. *Global Environmental Change*, vol. 56, no. 6, 2019, pp. 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.003>

11. Riekstins, A. Teaching parametricism as a standard skill for architecture. *Journal of Architecture and Urbanism*, vol. 42, no. 1, 2018, pp. 34–39. <https://doi.org/10.3846/jau.2018.1476>
  12. Williams, K. Form-Finding, Architecture and Mathematics. *Nexus Network Journal*, vol. 24, 2022, pp. 1–3. <https://doi.org/10.1007/s00004-021-00588-3>
  13. Goldsmith, N. S. Shape Finding or Form Finding? Proceedings of the IASS-SLTE 2014 Symposium “Shells, Membranes and Spatial Structures: Footprints” 15 to 19 September 2014, Brasilia, Brazil [online, cited 10.05.2022]. <https://ftlstudio.com/wp-content/uploads/2016/04Form%20Finding%20vs%20Shape%20Making.pdf>
  14. Elshanwany, H., El-sayad, Z., Nasser, H. S. Various classifications for architectural form finding process. *The Egyptian International Journal of Engineering Sciences and Technology*, vol. 32, 2020, pp. 32–42.
  15. Cetinic, E., She, J. Understanding and creating art with AI: Review and outlook. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM)*, vol. 18, no. 2, 2022, pp. 1–22. <https://doi.org/10.1145/3475799>
  16. Grba, D. Deep Else: A Critical Framework for AI Art. *Digital*, vol. 2, no. 1, 2022, pp. 1–32. <https://doi.org/10.3390/digital2010001>
  17. Mateas, M. Expressive AI: A hybrid art and science practice. *Leonardo*, vol. 34, no. 2, 2001, pp. 147–153. <https://doi.org/10.1162/002409401750184717>
  18. Tromble, M. Ask not what AI can do for art... but what art can do for AI. *Artnodes*, vol. 26, 2020, pp. 1–9. <https://doi.org/10.7238/a.v0i26.3368>
  19. Hassine, T., Neeman, Z. The Zombification of Art History: How AI resurrects dead masters, and perpetuates historical biases. *Journal of Science and Technology of the Arts*, vol. 11, no. 2, 2019, pp. 28–35. <https://doi.org/10.7559/citarj.v11i2.663>
  20. Crowson, K., Biderman, S., Kornis, D., Stander, D., Hallahan, E., Castriato, L., Raff, E. VQGAN-CLIP: Open Domain Image Generation and Editing with Natural Language Guidance. In: Avidan, S., Brostow, G., Cissé, M., Farinella, G.M., Hassner, T. (eds). *Computer Vision – ECCV 2022. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 13697. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-19836-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-19836-6_6) 21.
-