

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**LIM – ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТА ЧЕРЕЗ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ГИС И BIM**

УДК: 004.9:712.00

DOI: 10.47055/1990-4126-2022-3(79)-13

Захарова Галина Борисовнакандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет им. Н.С. Алфёрова»,
Россия, Екатеринбург, e-mail: zgb555@gmail.com**Аннотация**

В статье приведены результаты исследования технологии информационного моделирования ландшафтов (LIM), которая находится в стадии формирования и пока не имеет единой концепции. LIM позволяет выполнять автоматические расчеты по ландшафтному проекту, моделировать и визуализировать в динамике рост растений и экологические показатели. LIM-модель может быть сформирована на основе ГИС и BIM инструментов, в соответствии с чем состоит из двух основных компонентов – информации о местности (ГИС) и информации об объектах ландшафта со своей геометрией, отношениями и атрибутами (BIM). В связи с отсутствием необходимых инструментов прямое моделирование ландшафта в BIM-программах затруднительно, поэтому основой проекта может служить общая среда данных с обменом через формат IFC. В работе приведены разнообразные примеры LIM, из которых можно сделать вывод о перспективности данного направления для решения задач, направленных на сохранение природы, поддержку экологической безопасности и устойчивое развитие территорий.

Ключевые слова:

информационное моделирование ландшафтов, LIM, устойчивое развитие территорий, BIM, ГИС, формат IFC

**LIM - LANDSCAPE INFORMATION MODELING THROUGH GIS AND BIM
INTEGRATION**

УДК: 004.9:712.00

DOI: 10.47055/1990-4126-2022-3(79)-13

Zakharova Galina B.PhD. (Engineering), Associate Professor,
Ural State University of Architecture and Art
Russia, Yekaterinburg, e-mail: zgb555@gmail.com**Abstract**

The article presents the results of our study of LIM landscape information modeling technology, which is still emerging and does not yet have a single concept. LIM allows you to perform automatic calculations for a landscape project, simulate and visualize plant growth and environmental performance in dynamics. LIM-model can be developed on the basis of GIS and BIM tools, according to which it consists of two main components - terrain information (GIS) and information about landscape objects with their geometry, relationships and attributes (BIM). In the absence of the necessary tools, direct landscape modeling in BIM programs is difficult, so the project can be based on a common data environment with exchange through the IFC format. Various examples of LIM are given, from which it can be concluded that this direction shows promise for solving problems aimed at preserving nature, supporting environmental safety and sustainable development of territories.

Keywords:

landscape information modeling LIM, sustainable development of territories, BIM, GIS, IFC format

Введение

Информационное моделирование зданий (BIM) получает все большее распространение в архитектурно-строительной деятельности. В ряде стран принята стратегия обязательного применения BIM, поскольку это позволяет делать все процессы жизненного цикла строительного объекта более прозрачными, управляемыми и, как следствие, эффективными. Комплексный подход к информационному моделированию застроенной территории проявляется в интеграции BIM с геоинформационными системами (ГИС) и переходом к информационному моделированию города CIM (City Information Modeling). Как показано в статье [1], CIM объединяет информацию по зданиям, инфраструктуре и ландшафту и отличается от BIM объектами моделирования, здесь это не отдельные здания и сооружения, а градостроительные единицы.

Наряду с этой тенденцией встраивания BIM в городской контекст, в области ландшафтной архитектуры ведутся самостоятельные исследования по адаптации ландшафтных проектов к информационному моделированию, которые также используют ГИС для описания атрибутов проектируемой области наряду с детальной проработкой всех элементов ландшафта – как природных, так и построенных. В этом случае говорят о LIM (Landscape Information Modeling). Используя инструменты и приложения BIM, можно выполнять ландшафтный анализ для проектирования, планирования и организации работ с территорией, в том числе, уже застроенной, а также иметь общую модель для коммуникации всех заинтересованных участников ландшафтного проекта.

Целью данного исследования является представление информационного моделирования ландшафта LIM во взаимодействии с ГИС и BIM инструментариями, описание состава LIM-модели, ее возможностей, способов представления, программного обеспечения для работы с LIM, примеров реализации проектов. В основе работы – анализ преимущественно зарубежных источников, поскольку в России термин практически не применяется, а технология информационного моделирования ландшафтов LIM находится в стадии формирования и пока не получила широкого распространения, а главное, единого определения, единого концептуального решения и единого подхода. Будут представлены различные исследования с позиций их трактовки LIM, цели и инструментариим LIM, значение LIM для устойчивого развития территорий.

LIM как 8-е измерение BIM

Международная консалтинговая компания LAND – Landscape, Architecture, Nature, Development (Италия, Швеция, Германия), имеющая 30-летний опыт работы в сфере ландшафтного проектирования, представляет LIM как ландшафтный подход к BIM, который поддерживает разработку проектных решений, основанных на сохранении природы [2]. Концепция LIM нацелена на устойчивое развитие территорий, восстановление биоразнообразия, борьбу с последствиями климатических изменений, редевелопмент промышленных зон (браунфилд-проекты). С позиций принятых ООН 17 целей устойчивого развития [3], в подходе компании реализуются следующие цели: №11 – устойчивые города и населенные пункты, №13 – борьба с изменением климата и №15 – сохранение экосистем суши.

Подход LIM позволит проектировать открытые пространства, измеряя влияние ландшафтных проектов на параметры окружающей среды. На основе пространственных входных данных можно проводить предварительную оценку устойчивости проектных решений, поддержку процессов утверждения и будущего обслуживания объектов. Характеристики проектируемых ландшафтов могут быть использованы как источники данных для рейтинговых систем сертификации и оценок устойчивости (например, LEED, WELL, BREEAM, SITES, Natural Capital). Комбинируя BIM, ГИС, инструменты визуализации и процедуры расчета, собирая в специально разработанной базе данных знания о земле, можно количественно определять параметры окружающей среды, моделировать рост зеленых насаждений, природные воздействия.

Как отмечено на сайте LAND [2], в информационной модели можно хранить данные о таких объектах, как ирригационные трубопроводы; площади, отведенные под конкретные растения; список различных растений, задействованных в ландшафтных проектах, и т.д. Аннотации, используемые в ландшафтных проектах, будут сопровождаться прикрепленной к ним информацией. Учитывая множество деталей, модель можно использовать для хранения данных для ландшафтных архитекторов, которым будет легко разрабатывать и систематизировать подробную информацию. Обладая способностью к моделированию и визуализации, они должны быть в состоянии создавать подробные планы, презентации, изучая объем и характер работы и принимая обоснованные решения на ранних стадиях проектирования.

В презентации [4] компании LAND показано, как в принятой в настоящее время трактовке BIM в виде мульти-D модели от 2D до 7D [5, с. 83], LIM становится еще одним измерением – 8D, для управления экологическими решениями с применением подхода, основанного на данных. Переход от BIM к LIM здесь представлен в виде двух этапов. На первом этапе (3D Modeling) выполняется 3D моделирование и визуализация участка, 3D представление по данным топографической съемки, подсчет количества земли при выемке и засыпке, проверка пересечения альтиметрических размеров, визуализация этапов строительства, координация с архитектурными дисциплинами, учет количества объектов ландшафта. Второй этап (LIM 3D + Data) предполагает моделирование и визуализацию роста зеленых насаждений, воздействия на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла, создание модели для использования в качестве инструмента поддержки принятия решений при управлении объектом, предварительную оценку устойчивости разрабатываемой территории, расчет показателей водопотребления и дренирующих поверхностей, простую визуализацию данных об экологических характеристиках и сравнение существующих сценариев со сценариями проекта.

Наряду с процедурами количественной оценки характеристик ландшафта строятся динамические сценарии с 3D визуализацией от исходного состояния через промежутки времени 5, 10, 15, 30 лет, а также дашборды с

отображением меняющихся параметров в эти же периоды. К таким параметрам относятся: информация о деревьях, качество воздуха, водный баланс, свойства почвы, экономические показатели. На ресурсе [6] размещена видеопрезентация, в которой можно наблюдать динамическое изменение значений этих параметров во времени.

Рассмотрим более подробно характеристики каждого динамического параметра, опираясь на информацию с сайта компании и презентации.

По деревьям учитывается общая площадь проекта, покрытая кронами деревьев; породы деревьев, агротехнические характеристики, соотношения видов в проекте; время достижения предельной высоты и скорости роста; частота обслуживания; аллергенные свойства деревьев [отсутствует/низкий/средний/высокий].

Качество воздуха определяется количеством поглощаемой двуокиси углерода CO_2 [кг/год], остающимся углекислым газом CO_2 и ежегодно производимым в процессе фотосинтеза количеством кислорода O_2 . Кроме того, вычисляется [г/год] количество ежегодно удаляемых из атмосферы двуокиси серы SO_2 , твердых частиц $\text{PM}_{2.5}$, диоксида азота NO_2 , озона O_3 , выбросы V.O.C. (Volatile Organic Compound) летучих органических соединений, производимых ежегодно.

Почва: учитываются такие свойства, как поверхностная проницаемость BAF (Biotope Area Factor) – инструмент, используемый для измерения впитывающих свойств поверхности; нормализованный показатель влажности NDMI (Normalized Difference Moisture Index) для определения содержания воды в растительности; нормализованная разность вегетационного показателя NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – это индекс, связанный с состоянием развития и здоровьем растительности, который рассчитывается исходя из отражения красного и инфракрасного излучения; GSF (Green Space Factor) – инструмент городского планирования, целью которого является улучшение зеленой инфраструктуры на открытых пространствах и мониторинг проницаемости поверхностей.

С точки зрения водного баланса определяется ежедневное общее количество воды, необходимое для роста деревьев [л/день], количество предотвращенного стока, а также вычисляется сумма стоимостей, связанных с экосистемными услугами, генерируемыми ежегодно [€/год]. 4D (время) и 5D (затраты) являются ключевым элементом методологии BIM. С LIM к ним добавляется новое экологическое измерение с точки зрения оценки всего проекта. Тем не менее, некоторые параметры, связанные со стоимостью, могут быть рассчитаны только применительно к стадии строительства проекта (время 0), в то время как структурные затраты растут экспоненциально во времени. Пример отображения параметров приведен на рис. 1, видеопрезентация [6] показывает всю совокупность параметров в динамике.

Состав информационной модели ландшафта

В соответствии с [7], ландшафтный дизайн в городском пространстве преследует следующие цели: поддержание и повышение экологической стабильности; защита от загрязнения воздуха, шума и пыли; улучшение экологического биоразнообразия; защита почвы; управление водным режимом; охрана памятников природы и цен-

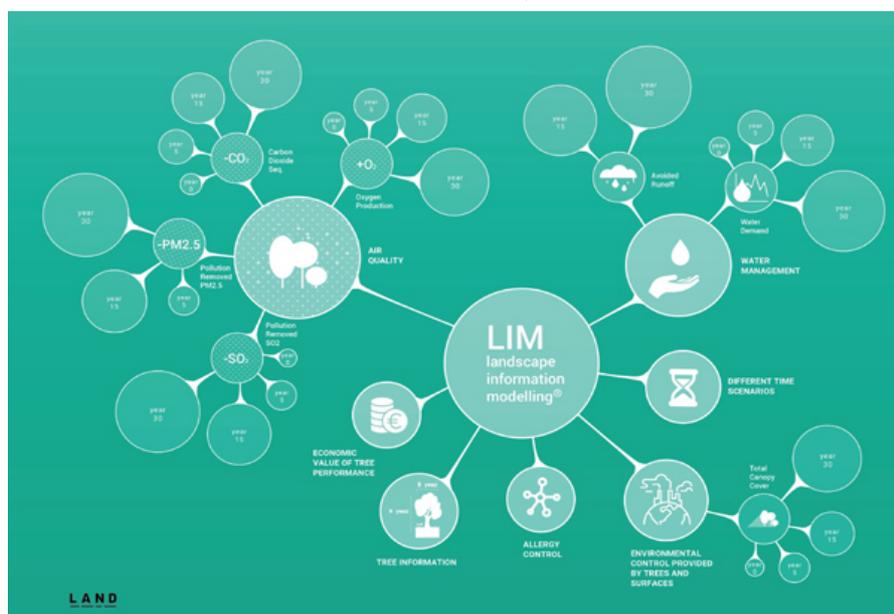


Рис.1. Визуализация параметров LIM [2]

ных и исчезающих видов; забота об уникальности, эстетических и культурных ценностях ландшафтной идентичности. Особую роль при этом играют зеленые насаждения. Необходимо прогнозировать их изменения в течение всего жизненного цикла (размер, форма), а также учитывать сезонный цикл.

Преимущества проектов при наличии ландшафтной информационной модели заключаются в формализации знаний в области ландшафтного дизайна; в поддержке всех участников проекта за счет улучшенного обмена информацией между ландшафтным дизайном, архитектурой и городским дизайном. Ландшафтные архитекторы могут создавать проекты на основе доступных данных, хранящихся в модели, что может помочь в принятии решений и демонстрации их дизайна другим сторонам, участвующим в проекте (ландшафтные дизайнеры, муниципалитет, градостроители и т. д.). Наличие информационной модели при проектировании ландшафта может обеспечить надежный обмен информацией на этапах проектирования, реализации и управления, тем самым повысить эффективность, уменьшить количество ошибок и снизить риск внесения дорогостоящих исправлений.

Ландшафтный дизайн – междисциплинарная область, в которой используются знания из таких областей, как экология, география, геология, разведение растений. Поэтому в информационной модели необходимо собрать знания из разных областей. Из-за биологической природы ландшафтного дизайна информационная модель должна быть динамичной: необходимо учитывать изменения местности, погоды и, прежде всего, растений. Поэтому дизайн ландшафта больше напоминает дизайн процесса, в котором индивидуальное развитие компонентов и их взаимодействие должны быть сбалансированы. Проектирование на основе модели проходит этапы концепции и эскизного проекта (работа с пространством), далее на основе базы данных о растительности необходимо выбрать типы растений, принимая во внимание сезонный аспект и возраст, а на заключительном этапе автоматически получить подробную документацию с точными данными и графиками по количеству растений, семян, объемам земляных работ и т. д.

Статья [8] посвящена применению принципа BIM в ландшафтном дизайне. В отличие от вышеописанной концепции LAND, здесь обсуждается интеграция данных ГИС с описанием элементов ландшафтного проекта в единой модели. Какую информацию должна содержать LIM-модель? Входные данные, взятые из баз данных ГИС, включают климатические, гидрологические и почвенные условия участка. Топографические данные также могут быть взяты из ГИС, но для меньших масштабов предпочтительны точные геодезические измерения. Еще один важный фактор – состояние существующей растительности. Это тоже нужно делать напрямую, дендрологическим обследованием (по возможности – 3D-сканированием) на месте. Дополнительные данные добавляются на протяжении всего процесса проектирования, включая растительность, твердые поверхности, мебель, элементы воды, земляные работы и т. д. Эти объекты обычно берутся из библиотек или создаются в модели как уникальные объекты. Затем результаты анализа, визуализации, графики могут быть экспортированы из LIM в качестве необходимой документации.

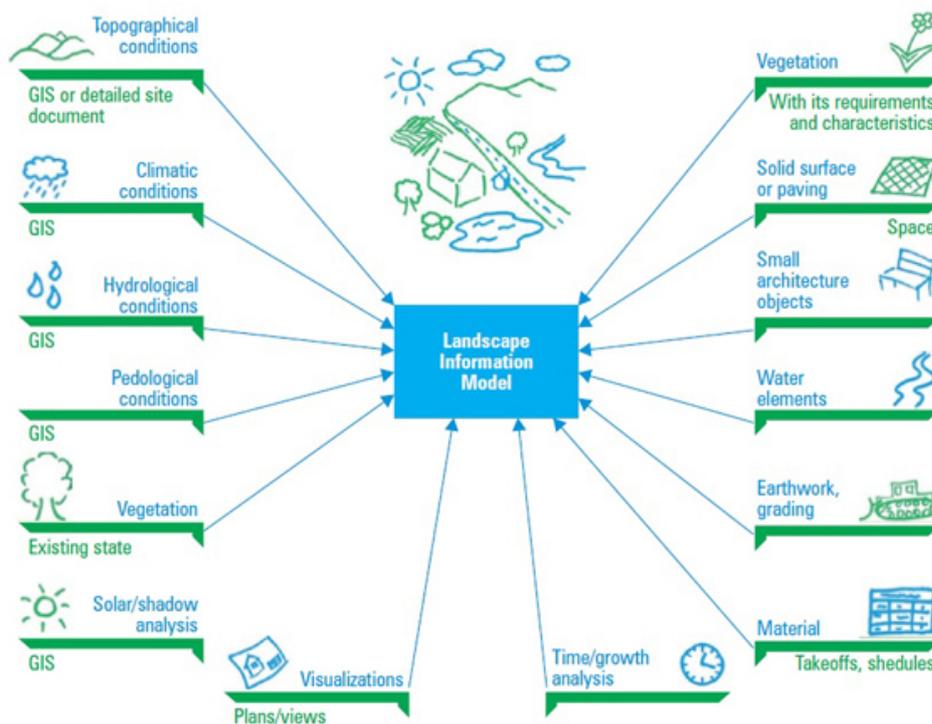


Рис. 2. Состав LIM-модели [9]

Аналогичные представления о составе информационной модели ландшафта описаны в [7]: LIM состоит из двух основных компонентов – это информация и знания о местности (микро- и макроклимат, рельеф, грунтовые условия и т. д.), и информация и знания об объектах ландшафта («мягкие», такие как растительность, и «твердые» – построенные объекты). Работа содержит схему об источниках и компонентах модели. Идентичная схема приведена в [9], но в другой инфографике (рис. 2).

Языки представления данных в LIM-модели

Как показано в [9], несмотря на растущую популярность LIM среди ландшафтных архитекторов и градостроителей, интеграция общих данных из областей BIM и ГИС пока не имеет стандартизованного представления. Для обмена данными в BIM применяется формат IFC – открытый международный стандарт ISO 16739-1:2018, направленный на независимость от поставщиков программного обеспечения. В области ландшафтной архитектуры и управления земельными ресурсами модели BIM имеют ограниченное количество классов IFC. Текущая версия IFC в основном ориентирована на область представления зданий и охватывает широкий спектр классов для обмена соответствующими моделями, но она не подходит для моделирования объектов инфраструктуры. Консорциум BuildingSMART работает над расширением IFC в сфере представления инфраструктуры. Представляет собой необходимым расширить BIM-модель за счет пространственной интеграции в соответствии с элементами, используемыми в ГИС-системах (климатические, почвенные, гидрологические, геологические условия и др.). Модель LIM должна составлять важную часть всей модели BIM. Такой целостный подход позволит лучше использовать технологии BIM.

В статье [10] также сообщается о созданной в декабре 2018 г. рабочей группе BuildingSMART International «IFC for Site, Landscape and Urban Planning» и ее работе по расширению IFC на ландшафтные объекты. Основной задачей группы является разработка стандартизированных наборов свойств IFC и определение схемы IFC для новых элементов ландшафта.

Работы по расширению IFC возможностью моделирования инфраструктурных объектов оказывают существенное влияние на способ получения данных для ГИС и на разработку LIM. Данные об инфраструктурных объектах в ГИС до сих пор получали путем прямых геодезических измерений. Теперь появляется возможность получать модели этих объектов из BIM-систем. Для ГИС это имеет большое значение, так как данные об инфраструктурных объектах могут быть получены для ГИС уже на стадии их проектирования. Интеграция BIM и ГИС обеспечит двусторонний обмен данными, при этом данные из ГИС и BIM-систем могут быть использованы технологией LIM при моделировании ландшафта.

В связи со сказанным представляется перспективным исследование применимости в задачах взаимодействия ГИС и BIM-систем таких стандартов ISO и OGC (Open Geospatial Consortium) как LandInfra, CityGML и IndoorGML. В более раннем (по сравнению с [9]) исследовании [7] для описания ландшафтного проекта в идеологии BIM (как комбинации объектов со своей геометрией, отношениями и атрибутами) было предложено применить унифицированный язык моделирования UML, который может представлять как статическую, так и динамическую модели. Для описания проекта в LIM были выбраны диаграммы классов, диаграммы объектов и диаграммы деятельности. К примеру, для информационной модели растительности, в частности деревьев, рассматривались не только общие атрибуты (род, вид, сорт, листопадное/вечнозеленое, сезон), но и динамические атрибуты (высота деревьев, периметр кроны, периметр ствола), реакция окружения (требования деревьев к почве, географическое положение, влажность) и взаимодействие (распространение деревьев, экологически близкие деревья и растения-антагонисты). Также необходимо указать свойства и атрибуты для других объектов, которые задействуются в проекте: здания (включая небольшие объекты сельской местности), оборудование площадки (скамейки, урны, освещение, парковки для велосипедистов и др.) и объекты инфраструктуры.

Примеры проектов на основе LIM

Поскольку идеология и методология LIM находятся в стадии формирования, большой интерес представляют конкретные реализованные проекты, в которых ставятся вопросы и преодолеваются возникающие проблемы, тем самым создавая почву для общих подходов, языков, инструментариев. Так, в статье [10] исследованы пригодность и ограничения концепции BIM для моделирования элементов ландшафта. В работе представлен проект (рис. 3), в котором, несмотря на отсутствие прямых возможностей включения в BIM элементов окружающего ландшафта, обходными путями был разработан сквозной процесс формирования модели от съемки параметров местности и представления в программном обеспечении BIM (Autodesk Revit 2017) до экспорта файла данных в IFC. Это позволило описать перечень требуемых работ, строительных материалов и затраты на строительство. Технично-экономическое обоснование включало съемку реальных ландшафтных объектов, таких как местность, здания, пути и дорожки, игровые площадки и подпорные стены, чтобы использовать реально существующие объекты вместо идеализированных элементов.



Рис. 3. Визуализация BIM модели с элементами ландшафта [10]

Ценность работы заключается в том, что был получен полезный опыт разработки BIM проекта, сопряженного с LIM, который выявил ряд проблем, требующих решения. Так, при использовании программы Revit одной из основных трудностей, возникших в проекте, являлось отсутствие возможности ввести линии разрыва для моделирования рельефа. Без линий разрыва местность часто пересекает или даже перекрывает ландшафтные конструкции, такие как подпорные стены, террасы или дорожки, и таким образом не позволяет правильно представить топографию. Отдельные объекты ландшафта часто не расположены ни вертикально, ни горизонтально, и не расположены относительно горизонтальных плоскостей, линий построения или других элементов и, таким образом, вступают в противоречие с базовой парадигмой моделирования BIM. При моделировании таких объектов, как наклонные подпорные стены, террасы или дорожки, предварительно определенные элементы BIM не подходят для представления такого сложного ландшафта. Такие объекты могут быть смоделированы только с использованием общих элементов, а это означает, что использование четко определенных элементов BIM невозможно. Кроме того, концепция вертикального позиционирования элементов с использованием горизонтальных базовых уровней не подходит для определения местоположения ландшафтных объектов, поскольку обычно все они относятся к разным высотам и, таким образом, требуют отдельных базовых уровней или индивидуальных смещений по высоте.

Для реализации такого проекта требуются подробные экспертные знания в области моделирования данных, программного обеспечения и форматов. Ряд необходимых обходных путей отнимал чрезвычайно много времени и привел к общему объему около 400 часов работы над проектом [10]. Некоторые специфические объекты, например оборудование для игровых площадок, не были смоделированы из-за их сложности и отсутствия соответствующих элементов. Совместимость между различными форматами данных довольно сложна. Будущая работа может быть посвящена исследованию связи элементов в различных наборах данных и форматах. В статье [11] представлена разработка информационной модели ландшафта, относящегося к экологически чувствительной зоне. Речь идет о территории, на которой в процессе археологических работ были обнаружены объекты, представляющие значительный историко-архитектурный интерес. Для детального представления всех аспектов окружающей среды этого участка была разработана специальная модель LIM, которая наряду с классической моделью BIM (чисто архитектурной), содержит ландшафтные и исторические компоненты. В работе [12] для подобных проектов авторы ввели понятие HLIM (Heritage LIM), поскольку культурно-ландшафтное наследие как особая категория культурного наследия имеет специфические цели, принципы и методологии сохранения и управления. LIM в данном случае представляет собой цифровое представление материальных и нематериальных компонентов ландшафта.

В проекте [11] объектом моделирования является район в Южной Италии, долина глубиной 30 и диаметром 130–170 м. В вертикальных известняковых стенах найдены доисторические гроты и галереи, которые служили для погребальных мероприятий. Кроме того, были обнаружены комплексы фабрики конца XVIII – начала XIX в. по разработке месторождения селитры.

Моделирование было реализовано с помощью программного обеспечения BIM Autodesk Revit. Вся связанная информация в модели описывает три области – ландшафт, архитектуру и историю. По ландшафту была создана трехмерная модель местности с привязкой данных топографической съемки и базой данных ГИС, данных исторической картографии, фотосъемки, типа почвы, химического состава, флоры и фауны. Здания были обследованы и представлены в виде трехмерных элементов с соответствующим BIM сопровождением: технико-экономические и управленческие данные, данные о материалах, о структурном составе. Что касается исторической части зданий, были рассмотрены дополнительные элементы: историческая информация и состояние сохранности, указания по консервации и методы обслуживания. Вся информация доступна в единой рабочей среде через формат IFC, возможен экспорт в такие форматы документов, как XLS и PDF.

В результате благодаря применению LIM была создана база данных, содержащая экологические, культурные, исторические, ландшафтные и др. характеристики территории. Каждое такое исследование, выполненное на конкретных примерах, вносит вклад в общую методологию HLIM, что может способствовать лучшему планированию, проектированию и управлению аналогичными проектами. Применение LIM позволит выполнять мониторинг воздействий на объекты и делать соответствующие оценки, разрабатывать план сохранения как объектов территории, так и представленных видов растительности и животного мира, принимать стратегические решения о вмешательстве, планировать финансовые затраты на будущие вмешательства и их периодичность, зная все технические характеристики и объемы.

Программное обеспечение LIM

В настоящее время существует большое количество программ для моделирования ландшафта. Это и универсальные системы, такие как Google SketchUp, 3ds Max, и специализированные программы – Lands Design (дополнение к проектировщику Rhino, также совместимое с AutoCad), Pro Landscape, Realtime Landscaping Architect, LANDWorksCAD Pro и мн. др. К примеру, LANDWorksCAD Pro позволяет создавать как визуализации, презентации и концептуальные планы, так и планы посадки, орошения, освещения, планы земляных работ и др. с указанием размеров для интерпретации заинтересованными сторонами проекта. Lands Design содержит библиотеки объектов, базу растений (почти 2000 видов), каталог садовой мебели, позволяет создать рельеф любого типа, планировку системы полива и др. Pro Landscape имеет функцию разработки проекта поверх фотографии области, с которой предстоит работа. Наиболее развитые решения позволяют автоматически формировать подробную информацию для контрактной документации – чертежи, спецификации и отчеты (графики/ведомости объемов), на основе интеллектуальных данных в чертеже выполнять расчет для определения количества отдельных растений, планировать расход материалов и др. Наиболее важными элементами модели являются растения; их рост, фенология и взаимодействие с окружающими условиями и с другими растениями, поэтому отдельно стоит упомянуть о такой группе программ, как генераторы растений.

Как было показано в предыдущем примере, прямое моделирование ландшафта в BIM-программах за неимением необходимых инструментов затруднительно. Поэтому можно предположить, что общая среда данных проекта с обменом через стандартные форматы может послужить хорошей основой для дальнейшего развития LIM. Пример такого подхода описан в статье [13] для параметрического описания и генерации растений и встраивания этих моделей в BIM. Авторы отмечают, что в Сингапуре BIM является обязательным в архитектурно-

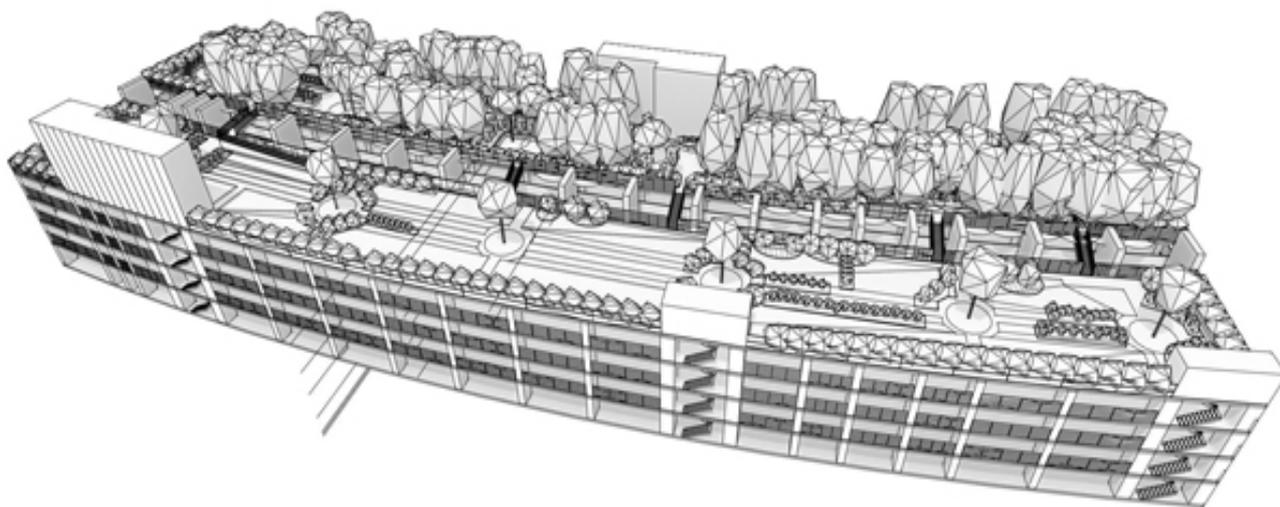


Рис. 4. Импорт дополненных информацией 3D-моделей растительности из IFC в BIM-модель Revit [13]

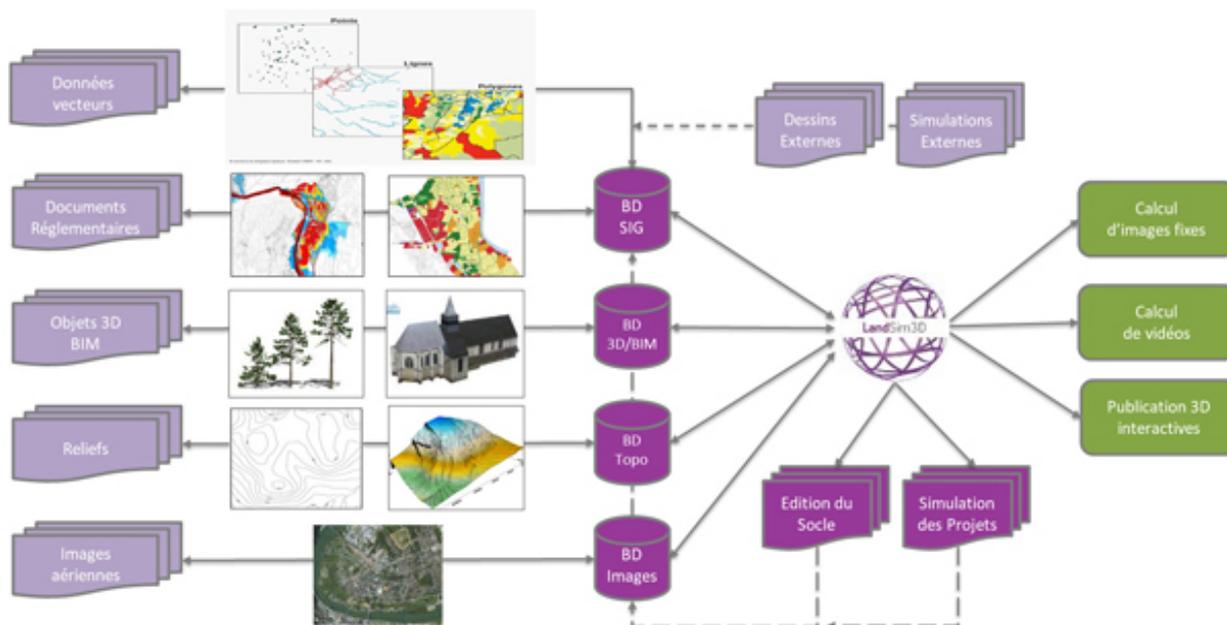


Рис. 5. Структура входной и выходной информации программы LandSim3D [14]

строительной отрасли, однако из-за отсутствия стандартизированного формата BIM для ландшафтной архитектуры и централизованной базы данных о растениях, ландшафтные планы по-прежнему исключены из BIM. Предлагается методология создания и использования библиотеки растительности для ландшафтного дизайна и соответствующий рабочий процесс для обмена данными, ориентированный на IFC.

Рабочий процесс моделирования растительности опирается на авторское программное обеспечение, которое представляет собой унифицированную структуру из четырех операционных модулей: 1) расширяемую, простую в обслуживании библиотеку растительности на уровне видов; 2) гибкий рабочий процесс разработки BIM для ландшафтных архитекторов при подаче ландшафтных планов; 3) интерфейс IFC; 4) генератор моделей деревьев и кустарников, который автоматически координирует различные источники данных для создания облегченных, насыщенных информацией 3D-моделей. Вариант встраивания обогащенной информацией 3D-объектов растительности в смоделированный ландшафтный план Revit (импорт через IFC) показан на рис. 4.

Предлагаемый рабочий процесс позволит правительственным учреждениям отслеживать различные усилия отрасли по экологизации и потенциально включать в модели другие измерения, например эффективность охлаждения различных вариантов озеленения или прогнозирование затрат на техническое обслуживание. В плане разработчиков на дальнейшее развитие находятся модели растений, отличных от деревьев и кустарников: вьющихся растений, зеленых стен, почвопокровных растений и топиариев. Также предполагается, что возможность встраивания пользовательской непространственной информации от конечных пользователей или управляющего агентства позволит использовать модели не только для целей визуализации.

Кроме того, предстоит решить вопрос о включении полученной библиотеки растений в существующие базы данных. Использование IFC в качестве формата координации между разрозненными базами данных растительности и рабочими процессами BIM закладывает основу для создания централизованной библиотеки растительности BIM на уровне видов в контексте Сингапура и за его пределами.

В завершении этого раздела приведем программное обеспечение LandSim3D французской компании Bionatics [14], которое представляет собой мощный инструмент для моделирования ландшафтов в 3D на основе географических данных. Система позволяет выполнять анализ глобального географического контекста ландшафта, давать понимание того, что сформировало территорию, и каковы ее задачи на будущее для решения основных задач устойчивого развития.

На рис. 5 показано, как LandSim3D объединяет геопространственные данные (изображения, ландшафты, ГИС) с 3D-объектами и BIM-моделями в единой среде. Программа позволяет масштабно представлять виртуальные 3D-модели ландшафтов и целых городов, чтобы улучшить процесс принятия решений, связанных с развитием, управлением и благоустройством участков и территорий. LandSim3D позволяет агрегировать данные из различных источников и интегрировать проект в существующую среду, будь то городское планирование, инфраструктура или ландшафт с требуемым уровнем детализации.



Рис. 6. LandSim3D генерирует крупномасштабный 3D-ландшафт на основе географических данных [14]

В качестве примеров применения LandSim3D к ландшафту и окружающей среде отметим представленные на сайте компании Bionatics проекты национального управления лесного хозяйства для поддержки принятия решений в стратегиях управления лесами, исследование воздействий на разработку карьеров, проект по сохранению природных территорий вдоль побережья Франции и другие многочисленные разработки.

Для визуализации ландшафтов или городов в компании Bionatics разработана технология моделирования и интерактивной 3D-визуализации больших сцен. Благодаря процедурному подходу 3D-сцена представляется не в виде миллионов заранее рассчитанных полигонов, как в традиционном подходе, а в виде географических данных, связанных с параметрическими описаниями, хранящимися в 3D-геопространственной базе данных. Это дает возможность вычислять геометрию и детали сцены «на лету» в зависимости от положения наблюдателя и подбором адаптированной к использованию частоты отображения. Пример такой визуализации показан на рис. 6.

Решая многочисленные задачи моделирования, данный инструментарий в целом направлен на развитие городского пространства и управление устойчивыми городами, территориями, проектирование инфраструктуры и сохранение ландшафта.

Заключение

На основании исследования технологии информационного моделирования ландшафтов LIM, выполненного на основе аналитического обзора ряда источников во временном диапазоне с 2013 по 2022 г., можно сделать следующие выводы.

Современные ландшафтные дизайнеры стремятся к автоматизации проектирования и применяют программное обеспечение из большого набора программ разного уровня сложности и функциональности. Но информационное моделирование ландшафтов LIM является более объемным и системным подходом, при котором ландшафт рассматривается во взаимодействии с ГИС и BIM инструментариями, что позволяет выполнять ландшафтный анализ для планирования и организации работ с территорией и иметь общую модель для коммуникации всех участников проекта.

Технология информационного моделирования ландшафтов LIM находится в стадии формирования и пока не имеет единого подхода. Так, LIM может рассматриваться как 8-е измерение BIM для управления экологическими аспектами проекта. Наряду с всесторонним представлением всех элементов ландшафта и координацией с архитектурными решениями, LIM предполагает моделирование и визуализацию в динамике роста зеленых насаждений, информацию о качестве воздуха, водном балансе, свойствах почвы, отображает экономические показатели, позволяет автоматически получать подробную документацию с данными и графиками о требуемых ресурсах проекта.

Для описания ландшафтов, имеющих объекты историко-архитектурного наследия, строится специальная модель LIM, которая наряду с BIM-моделью, содержит ландшафтные и исторические компоненты. Для таких проектов введено понятие HLIM (Heritage LIM), подобно направлению HBIM (Historic BIM), по которому имеется большое количество публикаций, один из примеров – [15].

LIM состоит из двух основных компонентов – информации о местности и информации об объектах ландшафта. При таком подходе модель формируется на основе данных из ГИС, включая топографические, климатические, гидрологические, почвенные условия участка. Далее на протяжении всего процесса проектирования добавляются данные, включая растительность, элементы воды, малые формы и так далее. Представление ландшафтного проекта в идеологии BIM – это комбинация объектов со своей геометрией, отношениями и атрибутами. Эти объекты берутся из библиотек или создаются в модели как уникальные объекты.

Интеграция общих данных из BIM и ГИС в ландшафтном проекте пока не имеет стандартизованного представления. Для обмена данными в BIM применяется формат IFC, в области ландшафтной архитектуры модели BIM имеют ограниченное количество классов IFC. Консорциум BuildingSMART работает над расширением IFC на ландшафтные объекты.

Прямое моделирование ландшафта в BIM-программах при отсутствии необходимых инструментов затруднительно, поэтому общая среда данных проекта с обменом через формат IFC может послужить основой для дальнейшего развития LIM.

LIM направлено на улучшение процесса принятия решений, связанных с развитием, управлением и благоустройством территорий. На основе пространственных входных данных можно проводить предварительную оценку устойчивости проектных решений, характеристики проектируемых ландшафтов могут быть использованы как источники данных для рейтинговых систем сертификации спроектированных объектов. Таким образом, в конечном итоге LIM является технологией, направленной на сохранение природы, поддержку экологической безопасности и устойчивое развитие территорий.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Захарова, Г.Б. Как BIM перерастает в CIM и в цифровой двойник города / Г.Б. Захарова // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы IV международной научно-практической конференции / под общ. ред. А.А. Семенова. – СПб.: СПбГАСУ, 2021. – С. 27–36.
2. Официальный сайт компании LAND // URL: <https://www.landsrl.com>
3. Официальный сайт ООН: Цели в области устойчивого развития // URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>
4. Data-driven Landscape Design with LIM. From BIM to landscape information modelling. LAND research Lab. // URL: https://static1.squarespace.com/static/58165edf37c581849eb2b8c4/t/625fc0987b16174a322726bb/1650442411239/LIM_landscape_information_modelling.pdf/. Milano, 2022
5. Бабич, В.Н. Информационное моделирование в архитектуре и искусстве: область применения и перспективы развития: монография / В.Н. Бабич, А.Г. Кремлев, Е.Ю. Витюк, Г.Б. Захарова и др. / под общ. ред. Е.Ю. Витюк. – Екатеринбург: Изд-во УрГАХУ, 2021. – 152 с.
6. LIM landscape information modelling® by LAND // URL: <https://www.youtube.com/watch?v=yL0-ylv8MJ8>
7. Zahradkova, V., Achten, H. Landscape Information Model: Plants as the components for information modeling / Veronika Zahradkova, Henri Achten // Conference: Stouffs, Rudi and Sariyildiz, Sevil (eds.), Computation and Performance – Proceedings of the 31st eCAADe Conference – Volume 2, Faculty of Architecture, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 18-20 September 2013. – P. 515–523.
8. Zahradkova, V., Achten H. Required Components for Landscape Information Modelling (LIM): A Literature Review / Veronika Zahradkova, Henri Achten. Veronika Zahradkova, Henri Achten // Buhmann, E., Ervin, S. M. & Pietsch, M. (Eds.) 2015: Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2015 at Anhalt University of Applied Sciences.
9. Borkowski, A.S., Wyszomirski, M. Landscape Information Modelling: an important aspect of BIM modelling, examples of cubature, infrastructure, and planning projects / A.S.Borkowski, M. Wyszomirski // Geomatics, Land management and Landscape No. 1, 2021, 7–22. <http://dx.doi.org/10.15576/GLL/2021.1.7>
10. Fritsch, M., Clemen, C., Kaden, R. 3D landscape objects for building information models BIM / M. Fritsch, C. Clemen, R. Kaden // ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume IV-4/W8, 2019 14th 3D GeoInfo Conference 2019, 24–27 September 2019, Singapore. URL: <https://www.researchgate.net/publication/335986701>.
11. Picuno, C. A., Godosi, Z., Picuno, P. Implementing a landscape information modelling (LIM) tool for planning leisure facilities and landscape protection / Cosimo Alessandro Picuno, Zoe Godosi, Pietro Picuno // Conference proceedings: Public recreation and landscape protection – with environment hand in hand... At: Brno/Krtiny (Czech Republic). 9-10 May 2022. – Vol. 1.
12. Chen Yang, Feng Han, Hangbin Wu, Zhuo Chen. Heritage landscape information model (HLIM): Towards a contextualised framework for digital landscape conservation in China / Chen Yang, Feng Han, Hangbin Wu, Zhuo Chen // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W15, 2019. 27th CIPA International Symposium "Documenting the past for a better future", 1–5 September 2019, Avila, Spain.

13. Gobeawan, L. IFC-centric vegetation modelling for BIM / L. Gobeawan, S. E. Lin, X. Liu, S. T. Wong, C.W. Lim, Y-F. L. Gaw, N. H Wong., P. Y. Tan, C. L. Tan, Y. He // ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume VIII-4/W2-2021 16th 3D GeoInfo Conference 2021, 11–14 October 2021. – New York City, USA.
14. Сайт компании Bionatics // URL: <https://mybionatics.com>
15. Historic England. BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model // Historic England: Swindon, UK, 2017.

REFERENCES

1. ZaKharova, G.B. (2021) How BIM is transforming into CIM and the digital twin of a city. BIM-modelling in construction and architecture problems: Proceedings of IV international scientific-practical conference. SPb.: SPbGASU, pp. 27–36. (in Russian)
2. Official web-site of LAND company. Available at: <https://www.landsrl.com>
3. UN official web-site: Sustainable Development Goals. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>
4. Data-driven Landscape Design with LIM. From BIM to landscape information modelling. LAND research Lab. Available at: https://static1.squarespace.com/static/58165edf37c581849eb2b8c4/t/625fc0987b16174a322726bb/1650442411239/LIM_landscape_information_modelling.pdf/. Milano, 2022
5. Babich, V.N. et al. (2021) Information modelling in architecture and art: scope of application and development prospects. Ekaterinburg: USUAA. (in Russian)
6. LIM landscape information modelling® by LAND. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=yL0-ylv8MJ8>
7. Zahradkova, V., Achten, H. Landscape Information Model: Plants as the components for information modeling. Conference: Stouffs, Rudi and Sariyildiz, Sevil (eds.), Computation and Performance – Proceedings of the 31st eCAADe Conference – Volume 2, Faculty of Architecture, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 18–20 September 2013, pp. 515–523.
8. Zahradkova, V., Achten H. (2015) Required Components for Landscape Information Modelling (LIM): A Literature Review. Buhmann, E., Ervin, S. M. & Pietsch, M. (eds.) Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2015 at Anhalt University of Applied Sciences.
9. Borkowski, A.S., Wyszomirski, M. (2021) Landscape Information Modelling: an important aspect of BIM modelling, examples of cubature, infrastructure, and planning projects. Geomatics, Land Management and Landscape, No. 1, 7–22. <http://dx.doi.org/10.15576/GLL/2021.1.7>
10. Fritsch, M., Clemen, C., Kaden, R. (2019) 3D landscape objects for building information models BIM ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume IV-4/W8, 2019 14th 3D GeoInfo Conference 2019, 24–27 September 2019, Singapore. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/335986701>.
11. Picuno, C. A., Godosi, Z., Picuno, P. (2022) Implementing a landscape information modelling (LIM) tool for planning leisure facilities and landscape protection. Conference proceedings: Public recreation and landscape protection – with environment hand in hand... At: Brno/Krtiny (Czech Republic). 9–10 May 2022. Vol. 1.
12. Chen Yang, Feng Han, Hangbin Wu, Zhuo Chen.(2019) Heritage landscape information model (HLIM): Towards a contextualised framework for digital landscape conservation in China. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W15, 2019. 27th CIPA International Symposium "Documenting the past for a better future", 1–5 September 2019, Avila, Spain.
13. Gobeawan, L. et al. (2021) IFC-centric vegetation modelling for BIM. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume VIII-4/W2-2021 16th 3D GeoInfo Conference 2021, 11–14 October 2021. – New York City, USA.
14. Bionatics web-site. Available at: <https://mybionatics.com>
15. Historic England. BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model. Historic England. Swindon: UK, 2017.



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons "Attribution-ShareAlike" ("Атрибуция - на тех же условиях"). 4.0 Всемирная

Дата поступления: 16.08.2022