

УДК 69.04:004

## Использование геоинформационных систем и BIM-технологий в проектировании и строительстве

© И.Н. Ковалев

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,  
г. Москва, Российская Федерация

**Аннотация.** Внушительные затраты на проектирование строительства и анализ окружающей среды определяют необходимость цифровизации и использования современных решений и информационных систем с целью повышения рентабельности в долгосрочной перспективе. Информационными системами, позволяющими избавиться от долгой стадии исследования среды и проектирования создаваемого объекта, могут стать геоинформационные системы и BIM-технологии. Применение ГИС и BIM даёт возможность перейти на радикально новый уровень детализации и продуманности проектируемых объектов строительства. Предпроектный анализ и проектирование опираются на собранные и обработанные данные, на основании которых принимаются решения. Внедрение интегрированного решения также позволяет обмениваться данными между системами и получать полный спектр информации как в разрезе окружающей среды и временных трендов, так и для конкретного объекта строительства отдельно. Объединённые в один контур приложения открывают возможность находить новые зависимости и принимать решения на основании большего количества факторов. Интеграция двух этих систем позволяет проводить всеобъемлющий анализ окружающей среды на различных слоях и в разрезе различных временных промежутков, что приводит к минимизации рисков и эффективному планированию.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, строительство, BIM-технологии, проектирование, информационные технологии

## The Use of Geographic Information Systems and BIM-Technologies in Design and Construction

© Ilya N. Kovalev

Plekhanov Russian University of Economics,  
Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The impressive costs of construction design and environmental analysis determine the need for digitalization and the use of modern solutions and information systems in order to increase profitability in the long term. Geographic information systems and BIM technologies can become information systems that make it possible to get rid of the long stage of studying the environment and designing the created object. The use of GIS and BIM allows you to move to a radically new level of detail and thoughtfulness of the designed construction objects. Pre-project analysis and design are based on the collected and processed data, on the basis of which decisions are made. The implementation of an integrated solution also allows you to exchange data between systems and receive a full range of information both in the context of the environment and time trends, and for a specific construction object separately. Applications combined into one circuit open up the ability to find new dependencies and make decisions based on more factors. The integration of these two systems allows for a comprehensive analysis of the environment at different layers and in the context of different time intervals, which leads to minimization of risks and effective planning.

**Keywords:** geographic information systems, construction, BIM-technologies, design, information technologies

Правительство Российской Федерации в 2017 году разработало и утвердило программу по формированию условий для перехода страны к цифровой экономике. В программе «Цифровая экономика Российской Федерации» определены основные цели, задачи, направления и сроки реализации мер государственной политики в части формирования необходимых условий для раз-

вития в стране цифровой экономики<sup>1</sup>.

Главной целью программы «Цифровая экономика Российской Федерации» является организация системного развития и внедрения цифровых технологий во всех областях жизни. Одной из таких сфер явля-

<sup>1</sup> Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/> (14.03.2020).

ется строительство.

Строительство – неотъемлемая часть развития любого населенного пункта. Цифровизация процессов проектирования данной сферы и оптимизация затрат позволят обеспечить население более доступным жильем и сократить бюджеты на реализацию государственных, региональных и муниципальных строительных проектов [1].

В любой сфере деятельности перед этапом планирования следует этап анализа среды. Для анализа окружающей среды при строительстве наиболее рентабельным является сбор и обработка информации не с помощью команды проектировщиков, а с помощью геоинформационных систем. ГИС может использоваться как инструмент для решения проблем и процессов принятия решений, а также для визуализации данных в пространственной среде. Геопространственные данные могут быть проанализированы для определения местоположения объектов и для взаимосвязи с другими объектами, для обозначения плотности расположения объектов в данном пространстве, а также для того, чтобы увидеть, как и каким образом конкретная область изменилась с течением времени. Использование ГИС позволяет определить, что происходит или какие функции находятся внутри определенной области или региона. Появляется возможность выяснить, что происходит на заданном расстоянии от объекта или события через сопоставление того, что находится рядом, с помощью инструментов геообработки [2].

Большинство данных и измерений могут быть связаны с местоположениями и, следовательно, могут быть размещены на карте. Реальный мир может быть представлен в виде дискретных данных, которые хранятся в точном географическом местоположении (так называемые «данные объектов») или в виде непрерывных данных, представленных регулярными сетками (называемыми «растровыми данными»). Природная среда (высота над уровнем моря, температура, осадки) часто представляется с использованием растровых сеток, тогда как застроенная среда (дороги, здания) и административные данные (страны, районы переписи) обычно представляются в виде векторных данных [3].

В ГИС каждый набор данных управляется как слой и может быть графически объединен с использованием аналитических операторов. Комбинируя слои с помощью

операторов и дисплеев, ГИС позволяет работать с этими слоями, чтобы исследовать критически важные вопросы на различных этапах строительства. Объединение слоев, содержащих различные виды данных, и сравнение их друг с другом на основе того, где находятся объекты, является основной концепцией пространственного анализа. Слои имеют географическую привязку к истинному географическому пространству, что позволяет максимально точно спроектировать будущее размещение объекта и зависимости от окружающей среды. В дополнение к информации о местоположении и атрибутах пространственные данные по своей природе содержат геометрические и топологические свойства. Геометрические свойства включают положение и измерения, такие как длина, направление, площадь и объем. Топологические свойства представляют пространственные отношения, такие как связность, включение и смежность. С использованием этих пространственных свойств появляется возможность провести анализ еще больших данных с целью получения более глубокого понимания окружающей среды на этапе анализа и проектирования объекта строительства [4].

ГИС-анализ можно использовать для ответов на подобные вопросы: «Где наиболее подходящее место для жилищного строительства?». Набор, казалось бы, несвязанных данных-факторов земного покрова, относительного уклона, расстояния до существующих дорог, ручьев и состава почвы может быть смоделирован как слои, а затем проанализирован вместе.

Пространственный анализ – это процесс, в котором моделируются проблемы, после чего с помощью компьютерной обработки производится анализ и исследование полученных результатов. Этот тип анализа является очень эффективным для оценки географической пригодности определенных мест для конкретных целей, оценки и прогнозирования результатов, интерпретации и понимания изменений, а также для выявления важных закономерностей для дальнейшего строительства.

Исследование пространственных данных включает взаимодействие с набором данных и карт, связанных с ответом на конкретный вопрос, что позволяет затем визуализировать и исследовать географическую информацию и аналитические результаты, относящиеся к данному вопросу.

Это даёт возможность извлекать зна-

ния и идеи из данных. Исследование пространственных данных включает в себя работу с интерактивными картами и соответствующими таблицами, диаграммами, графиками и мультимедиа. Это объединяет географическую перспективу со статистической информацией в атрибутах [5].

Интеллектуальное картографирование – один из ключевых способов исследования данных. Это является эффективным в строительстве, потому что позволяет взаимодействовать с данными в контексте окружающей среды и различных слоев инженерных коммуникаций. Смарт-карты построены на основе управляемых данными рабочих процессов, которые генерируют интеллектуальные дисплеи данных и эффективные стандартные способы просмотра и взаимодействия с информацией.

Интеллектуальное сопоставление позволяет выбирать несколько атрибутов из данных и визуализировать шаблоны для каждого атрибута в пределах одной карты с использованием цвета и размера для дифференциации. Исследование временных трендов также является крайне важным аспектом при планировании и строительстве объектов с обеспечением наиболее долгого срока эксплуатации. Визуализация данных с помощью диаграмм помогает выявить закономерности, тенденции, взаимосвязи и структуру данных, которые трудно представить в виде необработанных чисел [6].

В то время как информация ГИС необходима для планирования и эксплуатации зданий и инфраструктуры в контексте их окружения, информация BIM является ключевой для проектирования и строительства этих структур.

Благодаря интеграции ГИС появляется возможность совместить слой геопространственного контекста с моделью BIM. Например, это означает, что ГИС может предоставить информацию о подверженных наводнениям областях и дать проектировщикам точную информацию, чтобы повлиять на местоположение, ориентацию и даже строительные материалы конструкции.

Информационное моделирование зданий (BIM) является одним из наиболее перспективных разработок в области архитектуры, машиностроения и строительства. С помощью технологии BIM одна или несколько точных виртуальных моделей здания строятся в цифровом виде. Они поддерживают проектирование на всех этапах, что позволяет лучше анализировать и кон-

тролировать по сравнению с ручными процессами. По завершении эти компьютерные модели содержат точную геометрию и данные, необходимые для поддержки работ по строительству, изготовлению и закупкам, посредством которых строится здание.

BIM также включает в себя многие функции, которые нужны для моделирования жизненного цикла здания и которые обеспечивают основу для новых возможностей проектирования и строительства, а также для изменения ролей и отношений между проектной командой. При правильном применении BIM способствует более интегрированному процессу проектирования и строительства, что приводит к повышению качества зданий при меньших затратах и к сокращению продолжительности проекта [7].

При интеграции BIM и ГИС появляется возможность управления в контексте более обширного и разумного ландшафта. Здание будет связано с земельным участком, коммунальными услугами и дорогами. После объединения этих двух относительных шкал становится возможным обмениваться информацией между ними, что позволяет избавиться от избыточности данных. Добавление геопространственного контекста к процессу BIM означает, что владелец проекта получает полную картину как отдельного проекта, так и его окружения, что упрощает выявление рисков и нахождение вариантов их минимизации.

Всей информацией ГИС и BIM, хранящейся в облаке, заинтересованные стороны как в инфраструктуре, так и в проектах строительства смогут управлять в любой среде, в любой части мира и повторно использовать эту информацию в других контекстах без необходимости непрерывного преобразования данных.

Независимо от того, переносят ли генеральные подрядчики строительный процесс на завод по производству сборных конструкций или превращают строительную площадку в фабрику под открытым небом, особое внимание уделяется улучшению планирования и минимизации рабочего времени и потерь. Использование ГИС и BIM для придания пространственного измерения этому новому процессу промышленного строительства повысит эффективность каждого строящегося проекта.

С применением BIM и ГИС станет возможным создание «цифрового близнеца» физической структуры, который позволит улучшить проектирование в контексте

реального мира, сделав как конструкцию, так и операции более эффективными [8].

Максимизация долгосрочной ценности новых дорог, мостов и объектов означает создание более совершенных проектов для решения многих проблем устойчивости и отказоустойчивости, стоящих сегодня перед городами. Это потребует оптимизации динамического обмена данными между BIM и геопространственной информацией, предоставляемой ГИС [9].

Размещение цифрового дизайна в реальном месте, в рамках реальной географии устраняет значительную часть рисков, связанных с проектированием и строительством. Самые большие задержки в крупных инфраструктурных проектах происходят на этапах планирования и выдачи разрешений, которые включают в себя множество оценок социальных, экономических и экологических последствий. Инженеры и проектировщики делают большую часть этой оценки вне процесса проектирования, используя геопространственные данные.

Интеграция ГИС и BIM одинаково полезна после построения объекта. Вместо упрощения конечных данных, предоставляемых для управления объектами, гибкая модель, подключенная к ГИС, обеспечивает всё необходимое для операций. Клиенты могут повторно использовать эти данные в течение всего жизненного цикла структуры.

Например, эксплуатация дороги в реальном мире означает управление коммунальными службами, управление установкой ограждений, обслуживание разметки и наблюдение за обслуживающими бригадами. Конвергенция технологий ГИС и BIM также будет играть важную роль в профилактическом обслуживании.

Чтобы создать более умные города, необходимо принимать более разумные решения по планированию, поэтому подключение BIM и ГИС так важно. Интеграция этих систем позволяет упрощать использование автономных транспортных средств, например, автомобильные датчики постоянно собирают информацию в режиме реального времени, что помогает автономным ТС по-

лагаться не только на собственные датчики, но и на высокоточную машинную карту для навигации, локальной геометрии и создания своего электронного горизонта. Карту машин, которую можно интерпретировать с помощью компьютеров, лучше всего описать как файл трехмерного проекта автомагистралей, обогащенный реальной геопространственной информацией. Поскольку автономные транспортные средства завтрашнего дня будут собирать обновленную информацию о геометрии дороги, такую как закрытие полосы движения или изменения, вызванные строительством, они будут определять зоны повышенного риска, которые могут быть возвращены планировщикам, проектирующим и обслуживающим будущие дороги.

Подключение сенсорных систем в реальном времени, географических данных и данных моделирования приводит к принятию более эффективных решений по проектированию инфраструктуры в любом масштабе [10].

На текущий момент невозможно представить успешный бизнес в той или иной сфере без использования информационных технологий. Строительство является одной из таких областей, в которой крайне необходима цифровизация. Это позволит компаниям наиболее скоординировано и точно управлять процессом, рисками и командой. Внедрение геоинформационных систем и систем управления, основанных на BIM-технологиях, станет конкурентным преимуществом для компании в долгосрочной перспективе. Также внедрение двух этих классов систем позволит государству сократить бюджеты на реализацию социально значимых проектов, связанных со строительством. Интеграция ГИС и BIM даст возможность получать наиболее обширный спектр различных данных, которые ранее казались не связанными и не зависящими друг от друга. Единый поток информации и обработка информации, полученная с двух совмещенных систем, позволят получать полную картину окружающей среды и строящегося в ней объекта.

### Библиографический список

1. Иванова Л.Н., Терская Г.А. Точки роста и драйверы роста: к вопросу о содержании понятий // Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований). 2015. Т. 7. № 2. С. 120–132.

2. Wright D.J., Harder C. GIS for Science:

Applying Mapping and Spatial Analytics. ESRI Press, 2019. P. 4–22.

3. Pucha-Cofrep F. GIS Book: Fundamentals of GIS. ArcGIS, 2018. P. 8–9.

4. Пасхина М.В. Пространственный анализ в ГИС-системах: сущность, направления,

возможности (часть 1) // Ярославский педагогический вестник. 2011. Т. 3. № 1. С. 156–163.

5. Smith M.J., Goodchild M.F. Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles Techniques and Software Tools. OpenStreetMap, 2018. P. 20–26. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spatiala-nalysisonline.com/extractv6.pdf> (24.03.2020).

6. How to Perform Spatial Analysis [Электронный ресурс]. URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/analytics/how-to-perform-spatial-analysis/> (24.03.2020).

7. Sacks R., Eastman C., Ghang Lee, Teicholz P. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engi-

neers, Con-tractors, and Facility Managers. John Wiley & Sons, 2018. P. 19–26.

8. Румянцева Е.В., Манухина Л.А. BIM-технологии: подход к проектированию строительного объекта как единого целого // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 5 (18). С. 33–36.

9. Борисова Л.А., Исмаилова Ф.Н. Перспективные направления цифровизации в строительстве // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. 2018. № 4. С. 8–12.

10. GIS and BIM Integration Will Transform Infrastructure Design and Construction [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autodesk.com/redshift/gis-and-bim-integration/> (15.04.2020).

### Сведения об авторе / Information about the Author

**Ковалев Илья Николаевич**,  
студент группы 11Д-БИ06/19м,  
Институт цифровой экономики и информационных технологий,  
Российский экономический университет им.  
Г.В. Плеханова,  
115093, г. Москва, ул. Стремянный переулок, 36,  
Российская Федерация,  
e-mail: [ikovalev8@yandex.ru](mailto:ikovalev8@yandex.ru)

**Ilya N. Kovalev**,  
Student,  
Institute of Digital Economics and Information  
Technologies,  
Plekhanov Russian University of Economics,  
Stremyanny lane 36, Moscow, 117997, Russian  
Federation,  
e-mail: [ikovalev8@yandex.ru](mailto:ikovalev8@yandex.ru)