

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» / Russian journal of resources, conservation and recycling <http://resources.today>

2015, Том 2, №1 / 2015, Vol 2, No 1 <http://resources.today/issues/vol2-no1.html>

URL статьи: <http://resources.today/PDF/03RRO115.pdf>

DOI: 10.15862/03RRO115 (<http://dx.doi.org/10.15862/03RRO115>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Косоруков Ю.Д., Фатеев А.В., Светлаков В.И., Табаков С.А. Ресурсы BIM–технологий для расширения представления о комплексных объектах капитализации // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 2, №1 (2015) <http://resources.today/PDF/03RRO115.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Kosorukov Yu.D., Fateev A.V., Svetlakov V.I., Tabakov S.A. [Resources BIM technologies to expand notions of complex objects capitalization] Russian journal of resources, conservation and recycling, 2015, Vol. 2, no. 1. Available at: <http://resources.today/PDF/03RRO115.pdf> (In Russ.)

**Косоруков Юлий Донардович**

ФАОУ ДПО «Государственная академия повышения квалификации и переподготовки кадров для строительства и жилищно-коммунального комплекса», Россия, Москва  
Кандидат технических наук, докторант  
Вице-президент НП «ЭнергоЭффект»  
E-mail: [umak@mail.ru](mailto:umak@mail.ru)

**Фатеев Алексей Викторович**

ФАОУ ДПО «Государственная академия повышения квалификации и переподготовки кадров для строительства и жилищно-коммунального комплекса», Россия, Москва  
Кандидат технических наук, аспирант  
Член-корреспондент РАЕН  
Генеральный директор ООО «Алфа-БИМ»  
E-mail: [fateev.alesha@gmail.com](mailto:fateev.alesha@gmail.com)

**Светлаков Василий Иванович**

ЗАО Информационная консалтинговая фирма «КонС», Россия, Москва  
Генеральный директор  
Кандидат технических наук  
E-mail: [2901692@mail.ru](mailto:2901692@mail.ru)

**Табаков Сергей Анатольевич**

ООО «Оптима интегрейшн», Россия, Москва  
Руководитель Департамента систем связи  
E-mail: [tserg73@gmail.com](mailto:tserg73@gmail.com)

## Ресурсы BIM–технологий для расширения представления о комплексных объектах капитализации

**Аннотация.** Информационное моделирование в строительстве (BIM-технологии) – новая технология информационного сопровождения строительного объекта. Сопровождение этапов жизненного цикла строительного объекта позволяет уточнить в модели влияние производимых в нем изменений. В настоящее время информационным моделированием охвачены элементы комплексного объекта переустройства, включающие продукцию, оборудование здания, технологическую платформу, собственно здание, инженерные и транспортные сети и системы коммуникации зданий. Перечисленные объекты, включенные в инвестиционные процессы, являются элементами комплексного объекта капитализации и представляют собой объединение семи слоев модели комплексного объекта переустройства с соответствующими слоями модели комплексного объекта инвестирования. Модель

комплексного объекта капитализации расширяет возможности внедрения инновационных технологий, поскольку позволяет инвесторам составить целостное представление об объекте инвестирования, а, следовательно, определить реальный объем затрат на реализацию объекта. В статье ресурсы моделирования BIM-технологий, обеспечивающие взаимосвязь элементов комплексного объекта капитализации, распространены на такой его элемент, как территория расположения строительного объекта. Территория расположения здания при ее информационном моделировании представляется набором данных, аналитическая обработка которых обеспечивает прогноз изменений слоев комплексного объекта переустройства во времени и пространстве.

**Ключевые слова:** жизненный цикл объекта строительства; инновационные технологии; информационное моделирование в строительстве; комплексный объект капитализации; комплексный объект переустройства; территория расположения здания; BIM-технология

Комплексные объекты капитализации (КОК), объединяющие комплексный объект переустройства (КОП) и комплексный объект инвестирования (КОИ) становятся важным инструментом формирования обоснованных экономических решений при оценке возможностей внедрения инновационных технологий [1]. Примером такого применения можно назвать приведенный в работе [2] анализ CALS-технологий. CALS-технологии – перспективное направление, имеющее целью повышение производительности труда и качества продукции промышленных предприятий. CALS-технологии, призваны значительно сократить сроки вывода в производство новых изделий. CALS – это аббревиатура из первых букв английских слов (Continuous Acquisition and Lifecycle Support), что переводится как «непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла (продукции)» [3].

На рисунке 1, взятом из работы [2] слои модели КОК, задействованные во внедрении CALS-технологий, выделены тональной подсветкой. Отметим, что слои 1 и 7 КОК не задействованы в процессе капитализации, поскольку в CALS-технологиях отсутствуют инвесторы в развитие этих слоев. Отсутствие полной кооперации заинтересованных сторон в реализации проекта может внести сомнения в его успешности. Задействовать слои КОК в реализации CALS-технологий, в частности слоя 7 (территория расположения здания), представляется возможным при применении одной из технологий информационного моделирования зданий – BIM-технологий.<sup>1</sup>

Идея BIM родилась в 70-ых годах XX века и с тех пор активно развивается. Стандарт NBIMS (Национальный Стандарт BIM в США) содержит следующее определение этой технологии информационного моделирования зданий: «Информационная модель здания (BIM) является физическим и функциональным отображением сооружения. Модель BIM - это общий источник информации, помогающий принимать ответственные решения и сопровождающий весь жизненный цикл сооружения от концепции до сноса» [2].

BIM-технология относится к семейству CALS-технологий, информационные модели которой позволяют наглядно представить и точно описать форму строительного объекта с формированием различных интерпретаций его функционального наполнения.

КОК	
КОП	КОИ [5, 6]

<sup>1</sup> BIM – представляет собой аббревиатуру из первых букв английских слов (BuildingInformationModeling) [4].

КОП		КОИ [5, 6]
1. Потребитель продукции	↔	Инвестор 7
2. Продукция (традиционная и инновационная)	↔	Инвестор 6
3. Оборудование зданий, сооружений	↔	Инвестор 5
4. Технологическая платформа	↔	Инвестор 4
5. Здания и сооружения	↔	Инвестор 3
6. Инженерные и транспортные сети и системы коммуникации зданий и сооружений на территории расположения	↔	Инвестор 2
7. Территория расположения (географическое положение, природные ресурсы, климат, человеческие ресурсы и др.)	↔	Инвестор 1

**Рисунок 1.** Модель модернизации промышленного предприятия за счет внедрения CALS-технологий [2]

Перед широко распространенным в строительном проектировании САД ВІМ для наглядного представления инвестиционно-строительного проекта имеет два главных преимущества:

1. Модели и объекты управления ВІМ — это не просто графические объекты, это информация, позволяющая автоматически создавать чертежи и отчёты, выполнять анализ проекта, моделировать график выполнения работ, эксплуатацию объектов и т.д. — предоставляющая коллективу строителей неограниченные возможности для принятия наилучшего (в смысле инвестиций) решения с учётом всех имеющихся данных.

2. ВІМ поддерживает распределённые группы, поэтому люди, инструменты и задачи могут эффективно и совместно использовать эту информацию на протяжении всего жизненного цикла здания, что исключает избыточность, повторный ввод и потерю данных, ошибки при их передаче и преобразовании.

Заметим, что трёхмерные (3D) модели используются в целях визуализации объектов уже давно [7], но информационная база поддержки и профессиональная открытость, необходимые для ВІМ-моделей и их баз данных, доступных для широких кругов заинтересованных специалистов, зародились только в последние годы.

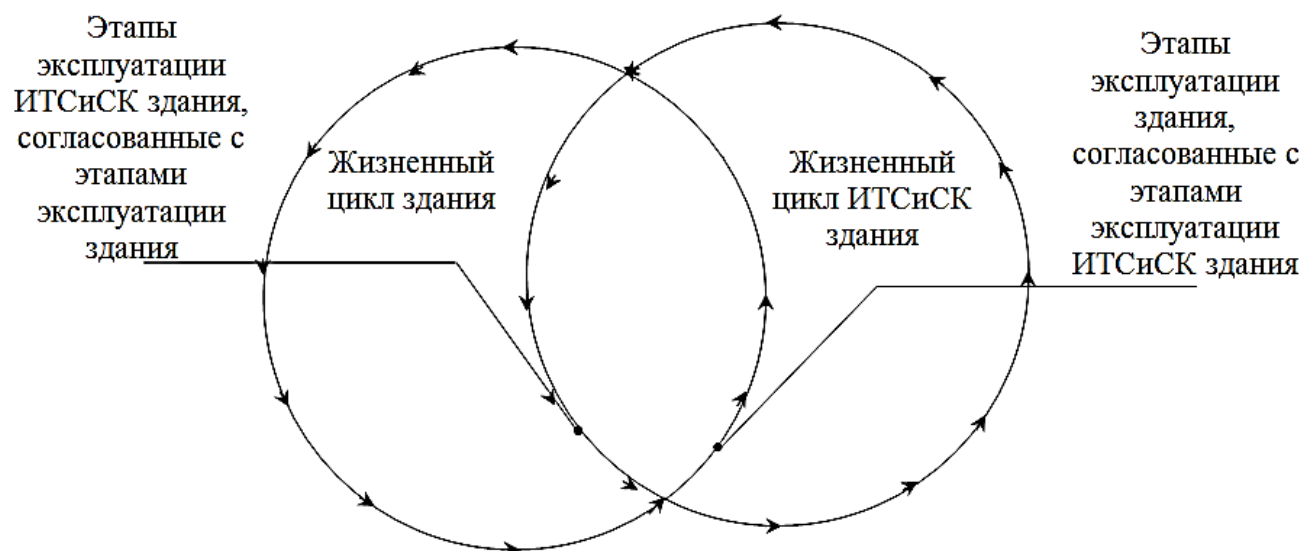
ВІМ представляет собой комплексную программу, использующую общую трёхмерную единую для модели и инструментов базу, пополняемую и совершенствующуюся в процессе проектирования. Основой технологии ВІМ является создание единой интегрированной информационной среды общих данных CDE (Common Data Environment). Данные для технологии ВІМ выбирают заданием поточечного представления объекта, полученные, например, путем проведения измерений и задающие параметрическую модель здания, которая объединяет 3D-модель и внешние данные. Причем каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое. И изменение какого-либо одного из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

Использование технологии BIM предполагает работу непосредственно с моделью здания из любого вида (планы, разрезы, спецификации) с возможностью внесения автоматически синхронизируемых изменений, воспользовавшись любым ее видом. Модель за счет наличия взаимозависимости всех элементов корректно обновляется и позволяет автоматически формировать актуализированную проектную документацию.

Основными задачами, решаемыми внедрением BIM-технологии являются:

- Повышение качества выпускаемой проектной документации и сокращение сроков проектирования.
- Работа с единой базой данных об объекте;
- Получение наглядной модели;
- Повышение уровня координации участников проектного и строительного процесса;
- Повышение эффективности используемого программного обеспечения;
- Получение объективной информации об объекте.

Резюмируя сказанное, можно определить информационное моделирование здания как подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект, в нашем случае, это комплексный объект капитализации. Комплексное объединение жизненных циклов различных взаимодействующих объектов, находящихся во взаимодействии [8], представлено на рисунке 2. Жизненный цикл здания, обеспеченный BIM-технологиями [4] представлен на рисунке 3 в объединении с жизненным циклом территории.

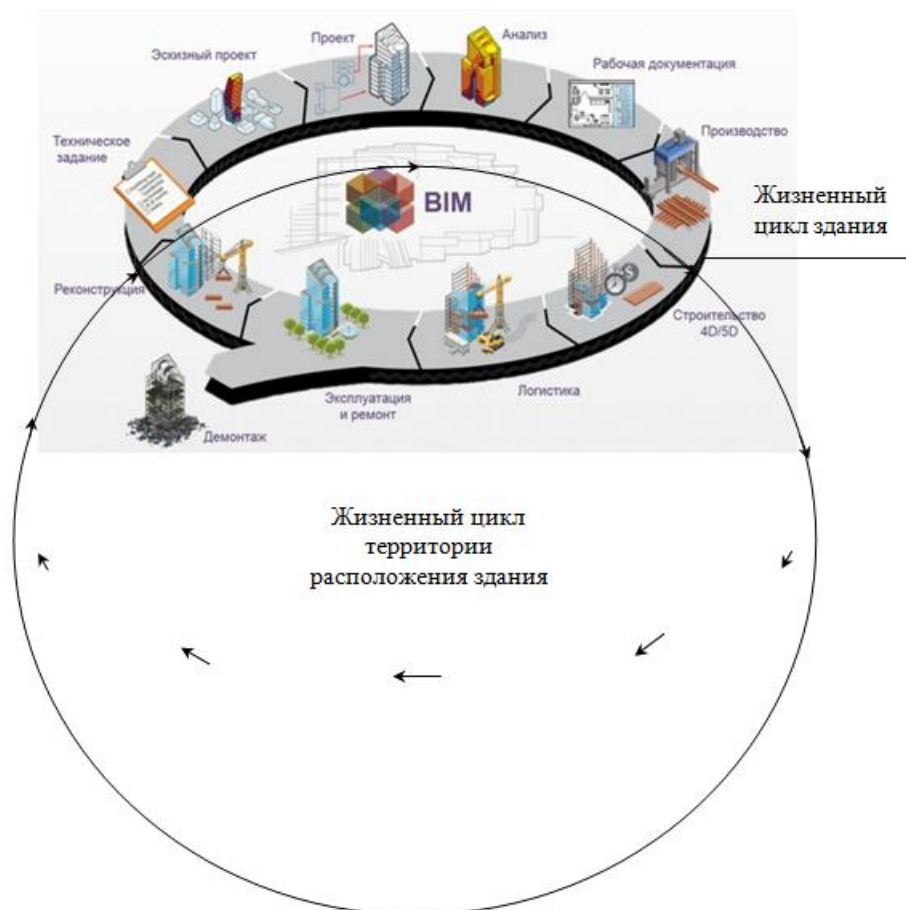


**Рисунок 2.** Модель комплексного объединения жизненных циклов здания и инженерных и транспортных сетей и систем коммуникации (ИТС и СК) здания на территории расположения [6]

Посредством создания точной цифровой информационной модели объекта строительства/проектирования/переустройства, единая интегрированная информационная среда общих данных CDE дает возможность всем участникам инвестиционно-строительного

процесса, согласно их допуску, получать и обмениваться нужной информацией об объекте строительства/проектирования/модернизации в любой момент времени. За счет CDE технология BIM позволяет инвестору контролировать использование, и расходование средств на всех этапах реализации проекта здания, а объединение с циклом жизни территории позволяет учесть вносимые изменения характеристик территории перемены в параметрах здания и наоборот.

Примером необходимости согласования жизненных циклов здания и территории может служить подбор мониторинга для фиксации изменений в том и другом объектах.



**Рисунок 3.** Модель комплексного объединения жизненных циклов здания и территории расположения здания

Территория расположения здания, в зависимости от места ее географического положения, климата и др. требует проведения соответствующих исследований для построения здания и наблюдения за его функционированием [8] на этой территории, с последующей рекультивацией земли, ее мелиорации, изменение состава почвы и др.

Для определения изменений в здании и территории расположения здания используют мониторинг каждого из объектов. В настоящее время в строительстве применяются мониторинги разных видов. Число контролируемых параметров при мониторинге определяется ГОСТ 26433.2-94 и включает в себя группы, каждая из которых содержит десятки параметров, например, линейные размеры, угловые размеры, отклонения от совмещения ориентиров, совпадения осей, симметричности установки, совпадения поверхностей и т.д. Фиксация таких данных определяет изменения в функционировании наиболее уязвимых элементов: строительных конструкций, инженерных сетей и т.д.

Учитывая модели, приведенные на рисунках 2 и 3, можно сделать вывод о влиянии на жизненные циклы здания, сооружения и территории его расположения, реализуемого с учетом жизненного цикла инженерных и транспортных сетей и системы коммуникации зданий, составляющие которых можно отнести и к тому и к другому рассматриваемому объекту.

Выход из строя инженерных коммуникаций существенно влияет на выполнение зданием своих функций, поскольку прерывается (в той или иной степени) поставка ресурса в здание. Одновременно с этим, истечение ресурса из поврежденных систем инженерных коммуникаций грозит уничтожением функционального ресурса других элементов системного объекта переустройства [9].

Основное средство борьбы с этими угрозами заключается в проведении мониторинга каждого из названных объектов, причем результатом мониторинга может стать принятие решения об укреплении территории расположения здания, об усилении фундамента здания и конструкции здания, т.е. использования соответствующих технологий переустройства. В этом случае может быть применена технология «интеллектуального здания», на основе которой организуется структурированная система мониторинга и управления инженерным оборудованием. Эта система должна обеспечивать контроль следующих основных дестабилизирующих факторов:

- нарушения в системе отопления, подачи холодной и горячей воды, вызванные выходом из строя инженерного оборудования на центральных тепловых пунктах, котельных, а также авариями на трубопроводах и приборах отопления;
- нарушения в подаче электроэнергии;
- отказы в работе лифтового оборудования;
- возникновение пожароопасных ситуаций;
- повышенный уровень радиационных и отравляющих веществ;
- затопление помещений, дренажных систем и технологических приемков;
- утечка газа;
- отклонение от нормативных параметров производственных процессов, способных привести к возникновению чрезвычайных ситуаций.

Выявление названных факторов приводит к принятию решения об оперативном отключении неисправного участка системы инженерных коммуникаций и осуществлению работ по устранению неисправности и восстановлению утраченной функции здания, относящихся к таким видам переустройства, как ремонту, реконструкции, реставрации [10]. Организационно-технологические решения, направленные на сохранение и восстановление функций зданий, сооружений на этапе переустройства, должны предусмотреть применение средств защиты функционального ресурса здания, контроля за параметрами технологического процесса, обеспечивающего аварийное отключение оборудования, остановку технологического процесса и своевременное получение информации о возникновении опасных ситуаций [11].

В работах [8, 12, 13] был рассмотрен новый вид мониторинга – комплексный. Комплексный мониторинг (КМ) в эксплуатации здания и территории его расположения – технология выявления системных изменений в функционировании каждого из этих объектов в процессе взаимодействия для принятия решения об их взаимном функционировании. Территория расположения здания, в зависимости от места ее географического положения,

климата и др. требует проведения соответствующих исследований для построения здания и наблюдения за его функционированием. С другой стороны, имеющиеся проект здания и его реализация зависят от изменений характеристик территории.

КМ представлен системным объединением мониторингов одного вида – внешним, осуществляемым из реперных точек каждого из этих объектов с применением технологий ВМ. Это позволяет в полной мере определить состояние внешней среды здания и территории его расположения и сделать достоверный вывод об их функционировании в составе комплексного объекта переустройства.

Заметим, что на 2-7 слоях КОП технология ВМ является инструментом создания Геоинформационной системы (ГИС), которая способна зафиксировать в себе максимально подробную информацию об 2-7 слое КОП и делать её доступной инвестору.

Поэтому разработка ГИС КОК в идеализированном варианте позволяет инвесторам слоев 2-7 на этапе обоснования инвестиций иметь точное представление о готовности слоёв КОП к инвестициям. Каждый инвестор 2-7 может по отдельности инвестировать в информационное моделирование только своего переустраиваемого слоя, но в итоге вся модель КОК, наполняясь информацией по слоям, позволит на момент обоснования инвестиций иметь точное представление о состоянии КОП к инвестициям.

Формирование пространственной информации о каждом из 2-7 слоев КОК технология ВМ позволяет выполнять наряду с традиционными методами геодезических изысканий, с помощью высокопроизводительных измерительных систем (ВИС) - наземного, воздушного и мобильного лазерного сканирования, которые на сегодняшний день являются одними из самых высокотехнологичных и эффективных методов сбора и регистрации пространственных данных. Результатом лазерного сканирования являются так называемые облака точек, которые наряду с другими источниками информации об объекте модернизации (чертежи, рисунки, фотографии, видео, имеющиеся базы данных и др., в общем, результатами традиционных изысканий) являются исходными данными для создания информационных моделей слоев КОП.

На сегодняшний день без дополнительного инвестирования разработки специализированного ПО, в дополнение к существующему на рынке, задействовать все слои КОП не представляется возможным. Поэтому технология ВМ делает возможным в краткосрочной перспективе решить локальные задачи по каждому из слоев модели КОП, а в долгосрочной задействовать все слои КОП.

Заметим, что за последние 5 лет технология информационного моделирования в области гражданских и промышленных объектов строительства и проектирования получила широкое распространение и в нашей стране. Все больше и больше компаний, как государственных, так и частных вкладывают средства в модернизацию своих активов для внедрения технологии ВМ на всех этапах жизненного цикла сооружения. Технология ВМ получила поддержку и на государственном уровне: был принят план поэтапного внедрения технологий ВМ в области промышленного и гражданского строительства, утвержденный приказом Минстроя России № 926/пр. от 29 декабря 2014 года [15].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Светлаков В.И., Мохов А.И. Модель цикла комплексного развития территории / Интернет-журнал «Науковедение», - М., №2 (11) 2012 г. – 0421100136.
2. Мохов А.И. Модели модернизации промышленных предприятий // В кн. Инновационные процессы в российской экономике. Коллективная монография / Под ред. Веселовского М.Я., Кировой И.В. – М.: Издательство «Научный консультант». – 2016. – 340 с.
3. NBIMS – Национальный Стандарт BIM в США.
4. <http://opinionbuilders.com/ru/bim/>.
5. Мохов А.И., Аристова Л.В., Половникова Е.А., Сафронов В.М. Инвестиции в развитие инновационной инфраструктуры в сфере ЖКХ // Вестник Государственного Университета Управления: сер. Развитие отраслевого и регионального управления. №11 (6) - 2008. - С. 178-179.
6. Мохов А.И., Аристова Л.В., Артамонова Л.С., Кострюкова Н.Н. Оценка возможностей компании, получившей инвестиции для обустройства комплексного объекта инвестирования новыми функциями // Вестник Государственного Университета Управления: сер. Развитие отраслевого и регионального управления. №11 (6) - 2008. - С. 17-19.
7. Косоруков Ю.Д. Диссертация на степень кандидата технических наук, 1997 г.
8. Табаков С.А. Механизм комплексного мониторинга безопасной эксплуатации здания, сооружения / Интернет-журнал «Науковедение», - М., №6, 2015 г.
9. Мохов А.И., Зацепин П.М., Теодорович Н.Н. Комплексная безопасность потребителей эксплуатационных характеристик строений // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. - №3. - С. 43.
10. Мохов А.И. Системотехника и комплексотехника строительного переустройства. // Переустройство, Организационно-антропотехническая надежность строительства - М.: СВР-АРГУС, 2005. – С. 129-163.
11. Минаев В.А., Фаддеев А.О., Бондарь К.М. Геодинамические риски и строительство: математические модели / Монография. – Москва, 2016. - 245 с.
12. Мохов А.И., Викулин Д.Ю. Комплексный мониторинг зданий и сооружений в обеспечении норм повышения их энергоэффективности // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. - №11. – С. 79-80.
13. Мохов А.И., Чулков В.О., Любимов М.М. Комплексный мониторинг в коммунальном хозяйстве и строительстве // Интернет-журнал «Науковедение», М. - №2 (11) 2012 г. - 0421100136.
14. <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf>.



**Kosorukov Yuliy Donardovich**

State academy of construction and house-municipal complex, Russia, Moscow  
E-mail: [umak@mail.ru](mailto:umak@mail.ru)

**Fateev Aleksey Viktorovich**

State academy of construction and house-municipal complex, Russia, Moscow  
E-mail: [fateev.alesha@gmail.com](mailto:fateev.alesha@gmail.com)

**Svetlakov Vasiliy Ivanovich**

UAB Information consulting firm «Cons», Russia, Moscow  
E-mail: [2901692@mail.ru](mailto:2901692@mail.ru)

**Tabakov Sergey Anatol'evich**

LLC «Optima integration», Russia, Moscow  
E-mail: [tserg73@gmail.com](mailto:tserg73@gmail.com)

## **Resources BIM technologies to expand notions of complex objects capitalization**

**Abstract.** Information modeling in construction (BIM) is a new technology of information support of building of object. Support the stages of the life cycle of construction object allows to specify in the model the effect produced in it changes. Currently, the information modelling covers the elements of a complex object reconstruction, including products, equipment, buildings, technological platform, in fact building, engineering and transport networks and communication systems of buildings. These objects included into the investment processes, are elements of a complex object and capitalization are an aggregation of seven layers model of a complex object reconstruction with the corresponding layers of the integrated model of the investee. The model of complex object capitalization expands the possibilities of implementation of innovative technologies, because it allows investors to take a holistic view about the investment object and, consequently, to assess the cost of implementation of the object. The article resources modeling BIM, which integrates elements of an integrated object of capitalization, are common for this element as the territory where the construction site. The territory of the location of the building with its information modeling is represented by the dataset, the analytical treatment which provides a forecast of changes of the layers of a complex object reconstruction in time and space.

**Keywords:** life cycle of the construction project; innovative technologies; information modeling in construction; complex object of capitalization; complex object reconstruction; the area of the location of the building; BIM technology

## REFERENCES

1. Svetlakov V.I., Mokhov A.I. Model' tsikla kompleksnogo razvitiya territorii / Internet-zhurnal «Naukovedenie», - M., №2 (11) 2012 g. – 0421100136.
2. Mokhov A.I. Modeli modernizatsii promyshlennykh predpriyatii // V kn. Innovatsionnye protsessy v rossiyskoy ekonomike. Kollektivnaya monografiya / Pod red. Veselovskogo M.Ya., Kirovoy I.V. – M.: Izdatel'stvo «Nauchnyy konsul'tant». – 2016. – 340 s.
3. NBIMS – Natsional'nyy Standart BIM v SShA.
4. <http://opinionbuilders.com/ru/bim/>.
5. Mokhov A.I., Aristova L.V., Polovnikova E.A., Safronov V.M. Investitsii v razvitie innovatsionnoy infrastruktury v sfere ZhKKh // Vestnik Gosudarstvennogo Universiteta Upravleniya: ser. Razvitie otraslevogo i regional'nogo upravleniya. №11 (6) - 2008. - S. 178-179.
6. Mokhov A.I., Aristova L.V., Artamonova L.S., Kostyukova N.N. Otsenka vozmozhnostey kompanii, poluchivshey investitsii dlya obustroystva kompleksnogo ob'ekta investirovaniya novymi funktsiyami // Vestnik Gosudarstvennogo Universiteta Upravleniya: ser. Razvitie otraslevogo i regional'nogo upravleniya. №11 (6) - 2008. - S. 17-19.
7. Kosorukov Yu.D. Dissertatsiya na stepen' kandidata tekhnicheskikh nauk, 1997 g.
8. Tabakov S.A. Mekhanizm kompleksnogo monitoringa bezopasnoy ekspluatatsii zdaniya, sooruzheniya / Internet-zhurnal «Naukovedenie», - M., №6, 2015 g.
9. Mokhov A.I., Zatsepin P.M., Teodorovich N.N. Kompleksnaya bezopasnost' potrebiteley ekspluatatsionnykh kharakteristik stroeniy // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2009. - №3. - S. 43.
10. Mokhov A.I. Sistemotekhnika i kompleksotekhnika stroitel'nogo pereustroystva. // Pereustroystvo, Organizatsionno-antropotekhnicheskaya nadezhnost' stroitel'stva - M.: SvR-ARGUS, 2005. – S. 129-163.
11. Minaev V.A., Faddeev A.O., Bondar' K.M. Geodinamicheskie riski i stroitel'stvo: matematicheskie modeli / Monografiya. – Moskva, 2016. - 245 s.
12. Mokhov A.I., Vikulin D.Yu. Kompleksnyy monitoring zdaniy i sooruzheniy v obespechenii norm povysheniya ikh energoeffektivnosti // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2010. - №11. – S. 79-80.
13. Mokhov A.I., Chulkov V.O., Lyubimov M.M. Kompleksnyy monitoring v kommunal'nom khozyaystve i stroitel'stve // Internet-zhurnal «Naukovedenie», M. - №2 (11) 2012 g. - 0421100136.
14. <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf>.