УДК 338.4

© А. С. Лушников, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: es@spbgasu.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-6-302-310

© A. S. Lushnikov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: es@spbgasu.ru

СНИЖЕНИЕ РИСКОВ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

RISK REDUCTION AT IMPLEMENTING INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECTS BY MEANS OF USING INFORMATION TECHNOLOGIES

Предложена методика минимизации рисков инвестиционно-строительных проектов с использованием информационных технологий, включающая пять этапов: разработку 3D-модели проекта, плановой модели проекта и синхронизацию конструктивных элементов модели с календарным графиком; формирование фактической и комплексной модели на конкретную дату; систематизацию данных и их анализ; визуализацию и актуализацию графика выполнения работ; составление отчета о ходе строительства.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный проект, минимизация, риски, календарный график, синхронизация, информационные технологии.

The article presents a methodology for minimizing the risks at implementing investment and construction projects by means of using information technologies. This methodology includes five stages: working out a 3D model of the project, development of the planned project model; synchronization of the design elements of the project with the calendar schedule; formation of the actual and the integrated model for a specific date; systematizing of the data and their analysis, visualization and actualization of the schedule of works; drawing up a report on the construction works progress.

Keywords: investment and construction project, minimization, risks, calendar schedule, synchronization, information technologies.

Риски, возникающие в процессе реализации инвестиционно-строительных проектов (ИСП), требуют такого же внимания, как и риски, сопутствующие любой другой производственной деятельности. Их необходимо предвидеть и оценивать. Кроме того, следует вырабатывать методы их предупреждения, страхования и недопущения. Все это в целом составляет объект внимания риск-менеджмента, который в России активно развивается, но на сегодняшний момент далек от совершенства. При управлении ИСП основной акцент зачастую делается на одном из трех ключевых показателей его успеха: затратах, качестве или сроках. Однако риски необходимо нивелировать по всем трем направлениям.

BIM-технологии (от англ. Building Information Modeling — «информационное моделирование зданий») могут служить инструментом мини-

мизации рисков в строительстве. Они включают контроль над всеми стадиями жизненного цикла проекта (ЖЦП) — от проектирования до эксплуатации, а в ряде случаев и до утилизации. К тому же огромное количество анализируемой информации позволяет:

- повысить скорость работы на любом этапе ЖЦП;
- спрогнозировать риски на любом этапе;
- сделать максимально точной себестоимость строительства;
- увеличить прозрачность тендерных процедур;
- осуществлять мониторинг строительно-монтажных работ;
- прогнозировать объем затрат и необходимых ресурсов для строительства.

Это способствует снижению технических рисков, сокращению времени принятия решений, снижению стоимости и сроков строительства. При этом появляется возможность ориентировочно учесть затраты на будущую логистику и инфраструктуру, необходимую для здания или сооружения. Это важно в тех случаях, когда ИСП имеет, например, федеральный масштаб и речь идет о расходовании государственных средств. Другой яркий пример снижения рисков ИСП с участием BIM — его использование при строительстве АЭС, когда малейшая неточность может привести к серьезным последствиям. В этом случае посредством BIM можно выявить риски или недостатки проекта, которые на начальном этапе выявлены не были [10–14].

В России каждая компания приходит к пониманию необходимости специфического применения BIM. Как правило, это связано с требованием заказчика проекта. Однако теперь по приказу Минстроя BIM-технологии будут обязательны к внедрению в промышленном и гражданском строительстве [15].

Прежде чем ответить на вопрос, каким же образом BIM-технологии снижают риски ИСП, следует сказать несколько слов о понятии риска как такового и возможных методах его снижения.

По мнению исследователей, понятие риска не всегда однозначно должно трактоваться негативно [1–4, 9], хотя в большинстве случаев так и происходит благодаря тому, что само слово «риск», будучи испано-португальского происхождения, обозначает подводную скалу, риф, что неизбежно ассоциируется с опасностью. Поэтому, рассматривая риск как вероятность, последнюю чаще всего соотносят с возможным возникновением негативных событий, связанных с нанесением ущерба. Ущерб в данном случае считается количественной оценкой проявления риска. На наш взгляд, все-таки необходимо более полно рассматривать понятие риска как вероятность события, результатом которого может быть и положительный исход. Тогда это событие логично было бы назвать «шансом». При этом и риски, и шансы являются формами актуализации результатов принятых решений и совершенных действий в условиях неопределенности.

Логично думать, что каждый ИСП должен оцениваться по трем наиболее важным направлениям: своевременности, стоимости и качеству. Эти факторы взаимосвязаны, отражаются в любых хозяйственных договорах и определяют в конечном счете эффективность реализации ИСП (рис. 1).

Задержки строительства ведут к повышению потребительской стоимости строительной продукции, потере ее качества, а также к росту социальной напряженности при задержке сроков сдачи объектов жилой недвижимости. Возможны и правовые последствия в виде неустоек, штрафов и проч.

В Санкт-Петербурге в 2005 г. был создан информационный портал «Дом Контроль» для сбора данных о строительных компаниях и возводимых объектах. На портале составлен и регулярно обновляется рейтинг строительных компаний, критерием лидерства в котором является отсутствие задержек строительства объектов недвижимости. Это делается в интересах потребителей строительной продукции, т. е. населения, для оценки надежности строительной компании. Например, из 100 компаний в 2017 г. только 13 возглавили рейтинг с отсутствием нарушения сроков строительства. «Лидером» по несвоевременности строительства оказалась компания ЗАО «Окстрой» с ее 128 месяцами задержки строительства. Это иллюстрирует серьезные проблемы в сфере строительства, связанные с несвоевременностью его завершения.

Риск несвоевременности, т. е. задержки сроков сдачи либо строительных работ, либо цело-

Рис. 1. Критерии эффективности реализации ИСП

го объекта, можно определить как вероятность того, что произойдет отклонение фактической величины показателя «продолжительность строительства» (T_{ϕ}) от плановой ($T_{пл}$), т. е. как $P(T_{\phi} > T_{пл})$.

Если рассматривать весь жизненный цикл проекта (ЖЦП), то риск несвоевременного выполнения работ характерен для его операционной стадии, хотя на предоперационной тоже есть вероятность заложить предпосылки для него (например, допустив ошибки в проектно-сметной документации, календарном графике, технико-экономическом обосновании ИСП и проч.).

Риск несвоевременности относится к группе инвестиционных рисков. Среди них, в частности, риски: 1) незавершенного строительства; 2) превышения затрат на строительство; 3) производственные, обусловленные техническими проблемами; 4) риски реализации, вызванные ошибочными маркетинговыми расчетами; 5) роста расходов, связанных с кредитами.

Потери рабочего времени часто вызывают риск несвоевременности. Они могут быть явными и скрытыми.

К явным относятся, например, потери рабочего времени, которые связаны с бездействием рабочих или машин (плохая организация труда, неритмичная подача материалов, неподготовленность фронта работ, дефект рабочих чертежей и т. п.). Они могут быть случайными или зависеть от нарушения трудовой дисциплины.

Скрытые потери обусловлены самой организацией работы (нерациональная организация площадки, графика производства работ, логистики, дефекты рабочих чертежей и пр.).

Наибольший интерес для нас представляют систематические риски, т. е. поддающиеся прогнозированию и корректировке. Риски несвоевременного выполнения работ можно подразделить на пять групп: проектные, ресурсные, организационные, операционные и климатические. Повлиять на все из них достаточно сложно, а зачастую невозможно. Возможность такого влияния появляется при рассмотрении систематического риска как несоответствия плановых значений показателей хода строительства фактическим [6–8].

В данном случае использование BIM-моделирования позволяет нейтрализовать риски несвоевременного выполнения работ с помощью методики контроля. При разработке плановой модели проекта необходимо увязать элементы трехмерной модели с календарным графиком выполнения работ и выполнить анализ возможного появления пространственно-временных коллизий. Такая синхронизация позволит снизить риски несвоевременного выполнения СМР еще до их начала. Мониторинг выполнения всех стадий ЖЦП позволит снизить систематические риски строительства, оперативно реагируя на возникновение отклонений плановых значений показателей производства работ от фактических.

Речь идет о календарном планировании, имеющем большое значение для строительного производства, и его совместимости с трехмерными моделями. Календарное планирование за последние 100 лет эволюционировало из простого средства, служащего для представления длительности и последовательности задач в проекте, в современные разработки в области организации строительства. В данном исследовании оно представляет интерес в той части, где затрагивается чувствительность рентабельности проекта к срокам его реализации.

Среди основоположников календарного планирования можно вспомнить Г. Л. Ганта, М. С. Будникова, Дж. Е. Келли, М. Р. Уолкера, В. А. Афанасьева [5] и многих их последователей.

В основе развития данного направления лежит попытка визуализации операций, составляющих проект, и их связей, что позволяет смоделировать процесс реализации проекта во времени. Методы делятся на две группы: графические и математические.

Как видно из названия, к графическим относятся диаграмма Ганта, циклограмма Будникова, сетевой график Келли и Уолкера.

Остальные представляют собой комбинацию различных методов, повышающих эффективность календарного планирования. Сегодня эти методы активно развиваются и составляют предмет отдельного научного исследования.

Они находят отражение и в развитии современных программных продуктов. Например, уже 10 лет активно используется программа по управлению проектами MS Project. Цепочка

управления проектом с учетом распределения ресурсов, анализа объемов работ, прогресса трансформируется в расписание критического пути и визуализируется в диаграмме Ганта.

Развиваются методы с вероятностной составляющей, позволяющие учесть стохастический характер продолжительности некоторых операций и связей между ними. Они делятся на неальтернативные методы с фиксированной последовательностью операций и альтернативные, подразумевающие вероятностный характер некоторых работ и их связей.

Один из самых распространенных неальтернативных методов — метод PERT¹ и метод имитационного моделирования Монте-Карло.

Отличительная особенность PERT — наличие вариативной оценки (оптимистической, пессимистической и наиболее вероятной) продолжительности работ при определенной их последовательности, технологической и ресурсной связи. Ожидаемая длительность зависит от предполагаемого распределения, которое может быть теоретически разным; для учета этого фактора сегодня разрабатываются новые методы.

Программный продукт Oracle Primavera является основным конкурентом MS Project и использует, в отличие от PERT, метод Монте-Карло, с помощью которого моделируются тысячи возможных продолжительностей работ с тем, чтобы определить распределение значений для общего срока завершения работ. В таблице представлены характеристики данного метода.

Основное достоинство указанного метода, на наш взгляд, — его легкая реализация даже в программе MS Excel, что позволяет проводить испытания с любыми моделями, использующими генератор случайных значений.

К недостаткам метода можно отнести частичную целесообразность применения в строительстве ввиду отсутствия базы статистических наблюдений и жесткой регламентации проектной документации. Однако это касается лишь технических параметров проекта; для экономических параметров (например, вариативной оценки NPV) метод может быть вполне применим.

Так как в данной работе для минимизации систематических рисков предлагается использовать BIM-технологии, для разработки соответствующей методики необходимо унифицировать подход к процессу автоматизации ИСП и применять комплексный подход к внедрению BIM-технологий. Это позволит сформировать плановую и фактическую трехмерные модели проекта, а затем на их основе составить комплексную трехмерную модель реализации ИСП, внедрение которой поможет снизить систематические риски ИСП.

Первым этапом методики минимизации рисков ИСП с использованием BIM должно стать формирование 3D-модели проекта. Затем необходимо сформировать плановую модель проекта и синхронизировать конструктивные элементы модели с календарным графиком. После этого формируется фактическая модель проекта, в которую заносятся фиксируемые объемы СМР за определенные периоды времени. На следующем этапе плановая и фактическая модели объединяются в комплексную модель на конкретную дату. Заключительный этап включает в себя систематизацию данных и их анализ, визуализацию и актуализацию графика выполнения работ (например, в MS Project), составление отчета о ходе строительства.

Рассмотрим эти этапы более подробно.

Этап 1. Разработка 3D-модели проекта.

На первом этапе разрабатывается 3D-модель проекта: разделы и объекты синхронизируются с элементами проекта. Одними из самых популярных являются программные продукты Autodesk. На рис. 2 представлены преимущества программного продукта Autodesk Revit.

Как видно из представленных возможностей программного обеспечения, архитекторы, конструкторы и инженеры могут совместно работать над моделью, внося (при необходимости) изменения в проект на любой стадии.

Этап 2. Разработка плановой модели проекта. Чтобы разработать плановую модель проекта, необходимо синхронизировать его 3D-модель с календарным графиком СМР проекта. Затем следует увязать задачи календарного графика (объемы СМР, отдельные работы, исполнители, ресурсы, ограничения и проч.) с элементами трехмерной модели. После этого анализируется

¹ Program (Project) Evaluation and Review Technique (сокращенно PERT) — метод оценки и анализа проектов, который используется в управлении проектами.

Характеристики метода имитационного моделирования Монте-Карло

Достоинства	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> 1. Для инвестиционного проекта идентифицируются параметры (факторы), влияющие на денежные потоки. 2. По каждому параметру выстраивается вероятностное распределение. 3. В основе анализа лежит предположение, что функция распределения является нормальной. Поэтому, чтобы ее задать, необходимо определить только математическое ожидание и дисперсию. 4. Компьютер случайным образом, основываясь на вероятностном распределении, выбирает значение каждого фактора риска. 5. В комбинации со значениями факторов риска и параметров (факторов), по которым не ожидается изменений (налоговая ставка, норма амортизации и т. д.), значение чистого денежного потока рассчитывается для каждого года. Далее значение чистого дисконтированного дохода (NPV) определяется по чистым денежным потокам. 6. Вышеописанные действия производятся много раз (может быть около 500 имитаций) для того, чтобы построить вероятностное распределение NPV. 7. В дополнение к результатам имитации используются вероятностный и статистический виды анализа 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитикам не всегда доступна оценка зависимости коррелированных параметров, что сильно усложняет работу с моделью. 2. Вид вероятностного распределения — это нечто такое, что зачастую не поддается даже приблизительному определению для исследуемого параметра (фактора) или результирующего показателя. 3. Для разработки реальной модели может понадобиться привлечение сторонних специалистов или научных консультантов. 4. Исследование модели возможно только при наличии вычислительной техники и специальных пакетов прикладных программ. 5. На практике отмечается относительная неточность полученных результатов по сравнению с другими методами анализа

возможность возникновения пространственно-временных конфликтов, т. е. несвоевременности или нарушения последовательности выполнения отдельных видов работ.

Календарный график в плановой модели проекта составляется на основе импорта программы планирования (например, MS Project) в программную среду.

Как известно, диаграмма Ганта — это таблица, в которой каждая задача проекта находится в отдельной строке.

К каждой задаче проекта нужно присоединить элемент геометрии в трехмерной модели. По горизонтали отображаются временные рамки выполнения каждой задачи. Это и позволяет выявить пространственно-временные конфликты, которые могут возникнуть в ходе реализации проекта. В динамике их можно отследить как с внешней стороны модели, так и с внутренней — с любого разреза.

Этап 3. Разработка фактической модели проекта. Для получения фактической модели необходимы данные мониторинга выполненных объемов СМР всеми участниками строительства. Они оперативно фиксируются и заносятся в модель. Это могут быть и личный обход инженером, и фотофиксация на компьютер или

мобильную технику. В результате в фактической 3D-модели собирается набор элементов, которые выполнены на определенную дату.

Этап 4. Формирование комплексной модели проекта. На данном этапе появляется возможность объединить 3D-модель проекта с ее плановой и фактической версией в комплексную модель, которая по каждому элементу будет содержать следующую информацию:

- показатели в натуральном выражении — материалы элементов, их измерение;
- продолжительность выполнения работ по каждому элементу;
- фактический уровень выполнения каждого элемента модели.

Этап 5. Систематизация и анализ полученных данных. Сначала актуализируются плановые показатели. Объем по всем видам работ можно рассчитать на каждую дату календарного графика, привязанного к 3D-модели. Вышеупомянутый продукт Autodesk позволит конвертировать данные в xls для большей наглядности. Их можно отсортировать по материалу или типу конструкций, а затем просуммировать. В результате на день отчета мы получим данные об объемах работ в натуральных показателях.

Рис. 2. Возможности Autodesk Revit

Таким же образом рассчитывается фактический объем СМР на отчетную дату. Остается сравнить план с фактом и определить по каждому элементу «опережение» или «отставание». Все это визуализируется в модели. Осуществив наложение фактической модели на плановую и параллельно «скрыв» «факт», мы выявим среди оставшихся видимых элементов модели те элементы, реализация которых приведет к отставанию от графика и несет в себе риски несвоевременного выполнения СМР.

И, наоборот, при «скрытии» «плана» можно увидеть конструктивные элементы, реализуемые с опережением. Их можно «раскрасить» в разные цвета, отдельно выделив элементы, выполняемые вовремя. В результате мы получаем образец

регулярного отчета о своевременности выполнения СМР.

Затем можно вернуться к календарному графику с рассчитанным процентным соотношением планового и фактического объемов работ и заново проанализировать его задачи. Это позволит более-менее детально понять ситуацию на объекте, собрать статистические данные о ходе выполнения работ, составить прогноз их выполнения на долгосрочный период и рассчитать среднюю производительность труда.

Данная методика, несмотря на использование BIM, отражает обобщение тенденций применения усилий менеджмента сократить сроки и стоимость строительства с помощью инструментов анализа хозяйственной деятельности.

В настоящей работе автором предпринята попытка актуализировать данную обобщенную им методику с помощью учета рисков, выявляемых при реализации ИСП с помощью BIM.

Несомненно, что программное обеспечение для построения информационного моделирования стало одним из замечательных инструментов, позволяющих снизить стоимость строительства и ускорить реализацию строительных проектов. Применение BIM позволяет избежать ошибок, если фактическое планирование работ между членами группы тщательно пересматривается. Программное обеспечение BIM обеспечивает лучшее понимание проекта строительства, который может быть реализован подрядчиками и субподрядчиками. При надлежащем использовании BIM может сократить время строительства и затраты ИСП. Но что может произойти, если BIM не доступен для понимания и его методология не объяснена всем участникам строительства?

Одна из важных проблем при внедрении BIM как неотъемлемой части ИСП — сотрудничество и доступ к модели всеми, кто участвует на этапах строительства. Например, архитекторы могут использовать BIM для создания различных вариантов здания, снижая затраты и материалы, однако на этапе разработки здания несвоевременная подача информации в программное обеспечение может привести к претензиям и проблемам.

После того как BIM ИСП разработан и распространен среди членов проекта, необходимо принять меры предосторожности, чтобы уменьшить возможность последующих изменений, в том числе со стороны несанкционированных сторон. Риск изменения модели BIM стал недавней проблемой в крупных строительных проектах, где несколько консультантов и подрядчиков зачастую пытаются завершить изменения, чтобы получить свою выгоду, не разделяя идеи со всей группой. Это один из примеров так называемого оппортунистического поведения, когда одна из сторон, желая увеличить свою полезность в одностороннем порядке, уменьшает полезность от всей сделки для другой стороны.

Необходимо назначение руководителя группы, реализующей ИСП, единственным авторизованным пользователем, который может изменить модель BIM.

Отдельного внимания заслуживает вопрос ответственности за несоответствие здания или его элементов строительным нормам. Хотя строительная продукция и строительно-монтажные работы довольно жестко регламентированы, появление таких несоответствий не столь уж редко. Поэтому необходимо определить персональную ответственность участников группы, одновременно работающих над проектом, за подобные несоответствия.

Уменьшить риски и количество ошибок при использовании BIM в вашем проекте помогут следующие рекомендации:

- руководителем группы BIM должен быть специалист с техническим и (желательно) экономическим образованием;

- члены группы BIM должны иметь возможность передавать каждую идею, которую они иницируют, для оценки ее практической реализации;

- обязанности должны быть разграничены. Каждый член группы должен знать свои права, обязанности и место в иерархии группы. BIM — совместная работа, требующая четкого распределения ролей, прав и рисков сторон;

- необходимо выбирать квалифицированных подрядчиков, способных строить с использованием BIM (к сожалению, BIM не предназначен для всех);

- следует использовать возможности страхования от проблем, связанных со злоупотреблениями полномочиями участниками инвестиционно-строительного процесса;

- нужно использовать максимально детализированные контракты, которые могут нивелировать все возможные риски и их последствия.

Применение такой методики позволит поднять уровень детализации контроля проекта, выполнения бизнес-плана и накопить статистическую базу для формирования календарных графиков следующих ИСП.

Библиографический список

1. Асаул В. В., Александрова Е. Б., Кристаль В. В., Семенова С. В. Минимизация рисков формирования эффективных интеграционных образований

в инвестиционно-строительной сфере. СПб.: Изд-во института проблем экономического возрождения, 2010. 350 с.

2. Асаул В. В. Снижение рисков на каждой стадии инвестиционно-строительного проекта // Транспортное дело России. 2011. № 9. С. 5–7.

3. Асаул В. В., Смирнова А. В. Управление производственными рисками в строительной организации // Актуальные проблемы экономики и управления в строительстве: материалы 69-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 2-х ч. Ч. 2. 197 с. С. 108–203.

4. Асаул В. В., Локоть Д. И., Песоцкая Е. В., Ситди-ков С. А. Формирование механизмов управления рисками инвестиционно-строительных проектов. СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2016. 160 с.

5. Афанасьев В. А. Алгоритмы формирования, расчета и оптимизации методов организации работ. Л.: Изд-во ЛИСИ, 1980.

6. Иванов А. А., Олейников С. Я., Бочаров С. А. Риск-менеджмент. М.: МЭСИ, 2005.

7. Король М. Высокое руководство уже понимает суть BIM. А вы? // ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 28 февраля 2016 г. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18400

8. Локоть Д. И. Формирование механизмов управления рисками инвестиционно-строительных проектов: дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2014.

9. Мадера А. Риски и шансы. Неопределенность, прогнозирование и оценка М.: Озон.ру, 2014. 448 с.

10. Мейланов И. М. Повышение качества инвестиционного проектирования в промышленном строительстве // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017. Т. 44. № 2. С. 210–219.

11. Мерзлякова А. Д. BIM-технологии в строительстве // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки: материалы Всерос. науч. конф. с международным участием. 2016. С. 461–464.

12. Минаев В. А., Мохов А. И., Пизенгольц В. М. Информационное моделирование и модели геодинамических рисков в строительной отрасли // Международный научный журнал. 2016. № 5. С. 40–47.

13. Мурашова О. В. Тенденции и проблемы внедрения информационных технологий в инвестиционно-строительной сфере // Недвижимость: экономика, управление. 2016. № 3. С. 62–66.

14. Мустафин Н. Ш., Барышников А. А., Спрыжков А. М. Анализ возможности внедрения в строительство технологии информационного моделирования зданий программами вида «BIM» // Региональное развитие. 2015. № 8. С. 9.

15. Приказ Минстроя России от 29 декабря 2014 года №926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства». URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/2663/>

References

1. Asaul V. V., Aleksandrova E. B., Krishtal' V. V., Semenova S. V. *Minimizatsiya riskov formirovaniya ehffektivnykh integratsionnykh obrazovaniy v investitsionno-stroitel'noy sfer* [Minimization of risks at formation of effective integration associations in the investment and construction sphere]. St. Petersburg, Institute of Economic Revival Issues Publ., 2010, 350 p.

2. Asaul V. V. *Snizhenie riskov na kazhdoy stadii investitsionno-stroitel'nogo projekta* [Reducing risks at each stage of the investment and construction project]. *Transportnoe delo Rossii – Transport business in Russia*, 2011, no. 9, pp. 5–7.

3. Asaul V. V., Smirnova A. V. *Upravlenie proizvodstvennymi riskami v stroitel'noy organizatsii* [Management of production risks in the construction organization]. Coll. of works "Actual problems of economy and management in construction industry". In 2 parts. Pt. 1. *Trudy 69-y nauch.-prakt.konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Aktual'nye problemy sovremennogo stroitel'stva»* [Proc. of the 69-th sci.-pract. conf. of students, graduate students and young scientists "Current problems of modern construction"]. St. Petersburg, SPSUACE Publ., pp. 108–203.

4. Asaul V. V., Lokot' D. I., Pesotskaya E. V., Sitdikov S. A. *Formirovanie mekhanizmov upravleniya riskami investitsionno-stroitel'nykh projektov* [Formation of risk management mechanisms of investment and construction projects]. St. Petersburg, SPSUACE Publ., 2016, 160 p

5. Afanasev V. A. *Algoritmy formirovaniya, rascheta i optimizatsii metodov organizatsii rabot* [Algorithms of formation, calculation and optimization of production organization methods]. Leningrad, LISI Publ., 1980.

6. Ivanov A. A., Oleynikov S. Ya., Bocharov S. A. *Risk-menedzhment* [Risk management]. Moscow, MESI Publ., 2005.

7. Korol' M. *Vysokoe rukovodstvo uzhe ponimaet sut' BIM. A vy?* [High management already understands the BIM essence. What about you?]. ISICAD. Vashe okno v mir SAPR [ISICAD. Your window to the world of CAD]. 28 fevralya 2016 g. Available at: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18400 (accessed: February 28, 2016)

8. Lokot' D. I. *Formirovanie mekhanizmov upravleniya riskami investitsionno-stroitel'nykh projektov. Diss. kand.ehkon. nauk* [Formation of mechanisms of risk

management of investment and construction projects. PhD in Sci. Tech. diss.]. St. Petersburg, 2014.

9. Madera A. *Riski i shansy. Neopredelennost', prognozirovaniye i otsenka* [Risks and chances. Uncertainty, forecasting and assessment]. Moscow, Ozon Publ., 2014, 448 p.

10. Meylanov I. M. *Povysheniye kachestva investitsionnogo projektirovaniya v promyshlennom stroitel'stve* [Improvement of investment design quality in industrial construction]. *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki – Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical Sciences*, 2017, vol. 44, no. 2, pp. 210–219.

11. Merzlyakova A. D. *BIM-tekhnologii v stroitel'stve* [BIM technologies in construction]. *Trudy Vseros. nauch. konf. s mezhdunarodnym uchastiem «Sovremennoye sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya otraslevoy nauki»* [Proc. of the All-Russia conf. with the international participation "Current condition, problems and the prospects of the industry science development"]. 2016, pp. 461–464.

12. Minaev V. A., Mokhov A. I., Pizengol'ts V. M. *Informatsionnoye modelirovaniye i modeli geodinamicheskikh riskov v stroitel'noy otrasli* [Information modeling and models of geodynamic risks in construction branch]

Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal – International Scientific Journal, 2016, no. 5, pp. 40–47.

13. Murashova O. V. *Tendentsii i problemy vnedreniya informatsionnykh tekhnologiy v investitsionno-stroitel'noy sfere* [Tendencies and problems of introducing the information technologies into the investment and construction sphere]. *Nedvizhimost': ehkonomika, upravleniye – Real Estate: Economy, Management*, 2016, no. 3, pp. 62–66.

14. Mustafin N. Sh., Baryshnikov A. A., Spryzhkov A. M. *Analiz vozmozhnosti vnedreniya v stroitel'stvo tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya zdaniy programmami vida «BIM»* [Feasibility analysis of introducing the technology of information building modeling programs of "BIM" type into construction industry]. *Regional'noye razvitiye – Regional development*, 2015, no. 8, p. 9.

15. *Prikaz Ministroya Rossii ot 29 dekabrya 2014 goda no. 926/pr «Ob utverzhdenii Plana poehtapnogo vnedreniya tekhnologiy informatsionnogo modelirovaniya v oblasti promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva»* [The Order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation of December 29, 2014 no. 926/pr "About the approval of the Plan of stage-by-stage introduction of information modeling technologies into the field of industrial and civil engineering"]. Available at: <http://www.minstroyrf.ru/docs/2663/>