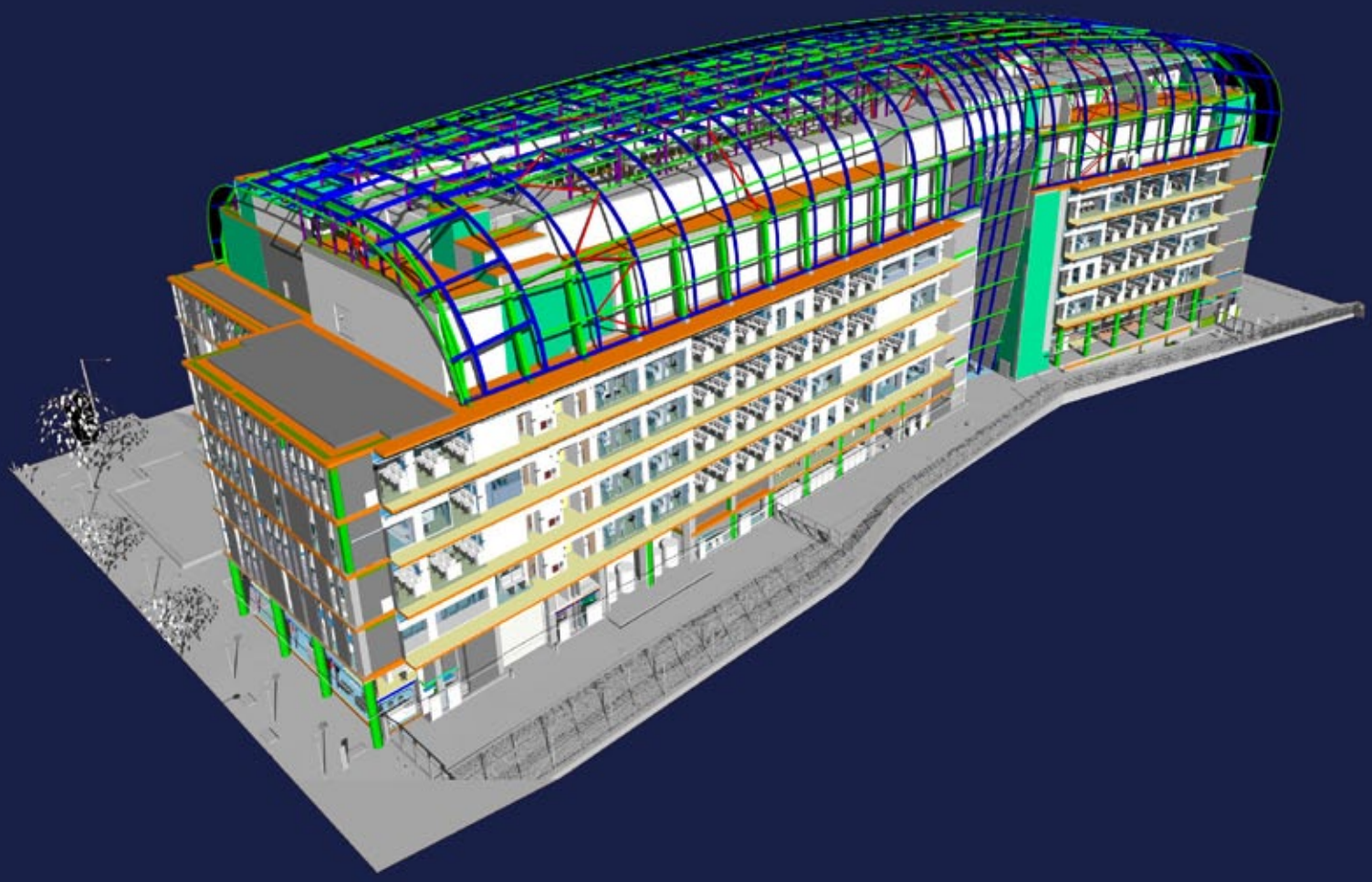
ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ



В развитии строительной индустрии за прошедшие полтора десятилетия можно выделить два основных фактора: зеленое строительство и применение технологии информационного моделирования здания. Цели зеленого строительства достижимы только при условии тесного взаимодействия всех участников не только проектно-строительного процесса, но и эксплуатации здания, что зафиксировано в концепции интегрированного проектного процесса. Реализовать эту концепцию на практике позволяет применение технологии информационного моделирования зданий.

Источник: www.photos.fansshare.com

Интегрированный проектный процесс (IDP)

Интегрированный проектный процесс (integrated design process, IDP) можно определить как подход к реализации проекта строительства, обеспечивающий достижение заданных показателей производительности объекта: уровня энергетической эффективности, соответствия требованиям рейтинговой системы, исполнения графика строительства, соблюдения бюджета и др. Подход опирается на сотрудничество мультидисциплинарной управляющей команды, члены которой принимают решения совместно, основываясь на целостном восприятии проекта и разностороннем видении проблем. В состав управляющей команды могут входить представители владельца, архитектурные и инженерные проектировщики, управляющие строительством, эксплуатацией объекта, субподрядчики и поставщики материалов и оборудования, представители будущих пользователей объекта.

Совместная работа управляющей команды осуществляется на протяжении всего жизненного цикла проекта строительства от концепции и до эксплуатации. В задачи управляющей команды на этапах жизненного цикла проекта строительства входят:

1. Разработка концепции дизайна (pre-schematic design phase): формирование общего видения проекта, его целей; оценка экономического окружения, климата, социального окружения, состояния территории строительства и др.

2. Схематический дизайн (schematic design phase): уточнение видения проекта наряду с поиском дополнительных идей, технологий и методов, которые позволят эффективней достигнуть целей проекта; коллективная оценка проекта; разработка задания на проектирование.

Комплекс LUXUS HOUSE, Алма-Ата (Казахстан) (проект выполнен с применением BIM)

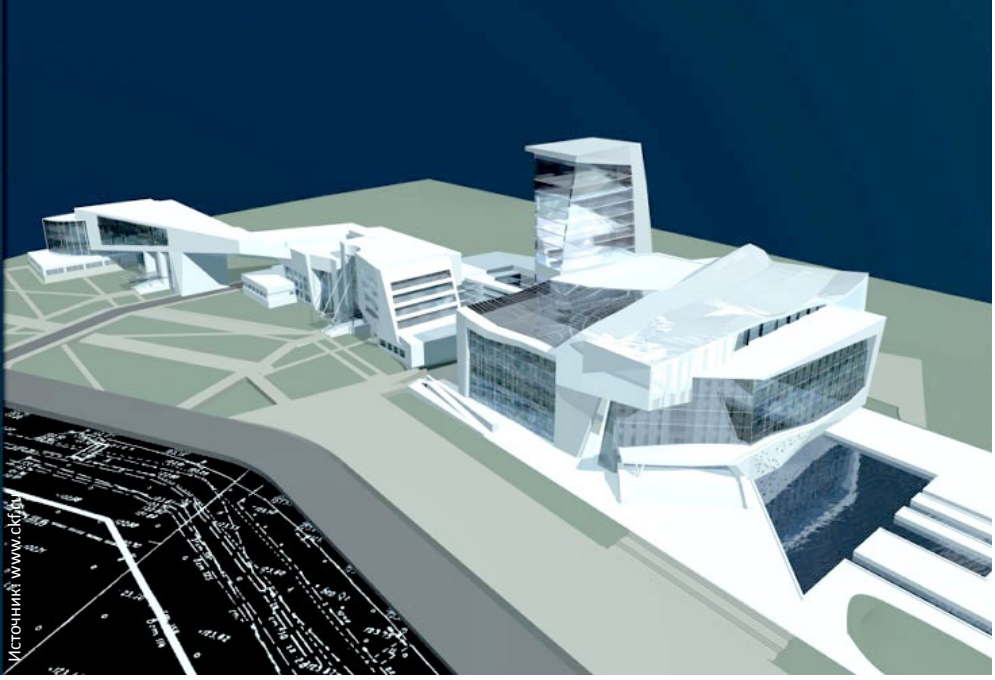
3. Разработка проектной документации (design development phase): координация дальнейшей оптимизации проекта для соответствия поставленным целям; окончательное утверждение проекта владельцем объекта.

4. Разработка рабочей документации (construction documents phase): установление регламента проведения строительства; контроль и координация подготовки документации и выбора подрядчиков.

5. Строительство здания (construction phase): контроль и координация хода строительства в определенных критических точках; конечный контроль, тестирование и подтверждение качества выполненных работ.

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПРОЕКТНОГО ПРОЦЕССА

Факторы, влияющие на цели и программу реализации проекта строительства: синие шестиугольники обозначают ключевые факторы традиционного архитектурного проектирования; зеленые с синей обводкой – факторы, напрямую влияющие на ход архитектурного проектирования; зеленые – факторы, стимулирующие принятие верных решений на ранних стадиях проектирования



Комплекс зданий ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз», Ноябрьск (Россия) (проект реконструкции с применением BIM)

6. Эксплуатация здания (building operationand maintenance phase): контроль и координация передачи объекта пользователям и эксплуатирующему персоналу; проведение оценки эффективности функционирования здания и соответствия поставленным целям.

Принципы IDP:

- взаимодействие членов управляющей команды на протяжении всего жизненного цикла проекта;
- учет стоимости жизненного цикла, в том числе стоимости строительства, эксплуатации, технического обслуживания, социальные и экологические выгоды, стоимости демонтажа;
- целостное рассмотрение здания и его систем;
- поиск оптимальных решений с учетом взаимозависимости систем здания и порядка его эксплуатации;
- интерактивность – постоянное изменение и коррекция проекта, основанные на обратной связи за счет непрерывного мониторинга и совместного принятия решений;
- максимальные интеллектуальные усилия сосредотачиваются на этапах разработки концепции и схематического дизайна, когда стоимость внесения изменений минимальна, в соответствии с известной кривой Мак-Лими (MacLeamy Curve).

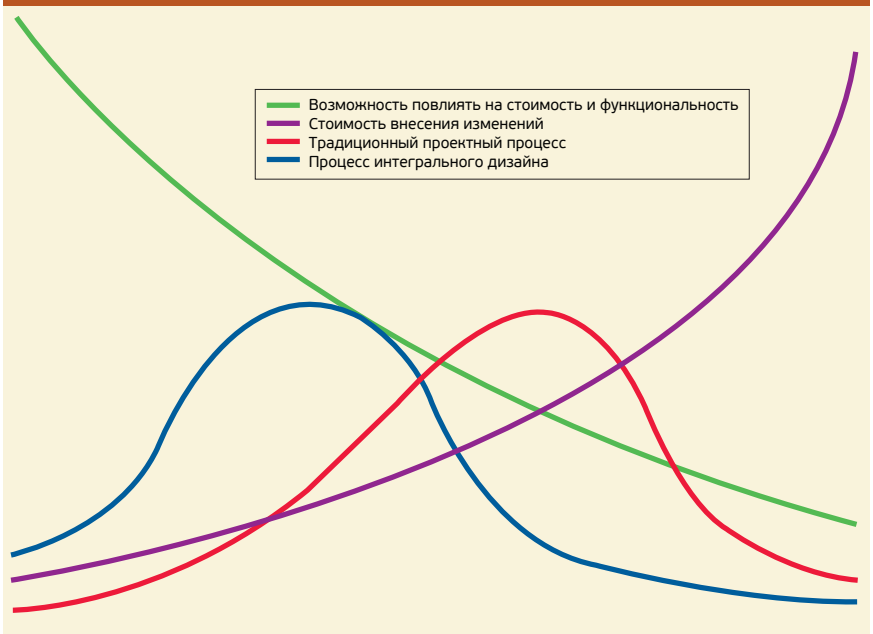
Информационное моделирование зданий (BIM)

Информационное моделирование здания (building information modeling, BIM) – это технология оптимизации процессов проектирования и строительства, в основе которой лежат использование единой модели здания и обмен информацией о любом объекте всеми участниками на протяжении всего жизненного цикла – от замысла владельца и первых набросков архитектора до технического обслуживания готового здания. Одно из преимуществ BIM перед системой автоматизированного проектирования CAD (computer-aided design) заключается в поддержке распределенного пользования, что позволяет использовать данную технологию в целях реализации IDA. Инструментарий BIM призван исключить избыточность, повторный ввод и потерю данных, ошибки при их передаче и преобразовании.

Принципы BIM, сформулированные Робертом Эйшем в 1986 году:

- трехмерное моделирование;
- автоматическое получение чертежей;
- интеллектуальная параметризация объектов;
- наборы проектных данных, соответствующие объектам;
- распределение процесса строительства по временным этапам.

КРИВАЯ МАК-ЛИМИ (MACLEAMY CURVE)



Преимущества применения BIM:

- сокращение сроков проектирования;
- уменьшение расходов на реализацию проекта;
- повышение производительности работы благодаря простоте получения информации;
- повышение согласованности строительной документации;
- доступность конкретной информации о производителях материалов, количественных характеристиках для оценки и проведения тендера.

Согласно справочнику Green BIM [5] наиболее актуальным вопросом развития технологии является совместимость программного обеспечения и форматов данных. BIM прошло развитие от конвертеров форматов до создания специальных форматов хранения данных об объекте строительства, таких как IFC (industry foundation classes – международный стандарт обмена данными между различными CAD-приложениями, который поддерживается программными приложениями многих разработчиков, например Autodesk, ArchiCAD, Tekla, Navis и др.) или XML, и до создания BIM-серверов. Перспективным направлением является интеграция программ энергетического моделирования и программ автоматизации управления зданием во время эксплуатации.

Подход BIM реализован несколькими крупными разработчиками программного обеспечения (Autodesk, Graphisoft, Bentley), но нужно отметить, что не все из них стремятся следовать подходу IDA и принципам зеленого строительства.

Статистика применения BIM на рынках США и Европы

Ниже приведены данные из исследования компании McGraw-Hill Construction [5].

В 85 % случаях поводом для использования BIM является требование

ЗДАНИЕ ARK-COCA-COLA PLACE, СИДНЕЙ (АВСТРАЛИЯ)

Тип: коммерческое многоэтажное здание.

Высота – 21 этаж.

Площадь, сдаваемая в аренду, – 28 500 м².

Владелец: Investa.

Архитектор: Rice Daubney.

Застройщик: Theiss Constructions.

Применение системы. Пожеланием владельца здания было создание компьютерной модели объекта как презентации того, что реально построено и будет эксплуатироваться. Архитектурное проектирование осуществлено в ArchiCAD, инженерное – в RevitMEP с объединением в Autodesk Navisworks. Управление эксплуатацией объекта осуществляется с помощью BIM, в которое по стандарту IFC встроены проектная и строительная документация, а также документы от подрядчиков и консультантов по реализации проекта (элементы общей модели отсылают к 2d-чертежам и спецификациям). Для координации данных и управления документами была применена платформа INCITE [4].

Оценки:

- Оценка «6 звезд» по национальной системе Green Star (Office Design v2 Certified Rating).
- Оценка «5 звезд» по национальной системе энергетической эффективности NABERS.
- Лучшая постройка 2010 года в Австралии.

ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ BIM НАЧИНАЮЩИМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ И ЭКСПЕРТАМИ

Эффект	Доля начинающих, %	Доля экспертов, %
Рост прибыли	7	43
Сокращение времени на рутинные операции	14	58
Уменьшение количества исправлений	23	77
Облегчение повторной работы с клиентами	19	61
Предложение новых услуг	28	72
Экономический расчет для новых клиентов	28	71
Повышение производительности работы персонала	46	71

владельца, а в 76 % – стремление к экономии времени и денег.

Пользователи BIM в Европе:

- архитекторы – 47 %;
- инженеры – 38 %;
- смежных специальностей – 24 %.

Пользователи BIM в Северной Америке:

- архитекторы – 60 %;
- инженеры – 42 %;
- смежных специальностей – 50 %.

Согласно опросу 41 % респондентов считает, что после внедрения BIM их прибыль увеличилась; 55 % уверены, что BIM позволяет снижать стоимость проекта (39 % из них называет снижение более чем на четверть); 41 % убежден, что BIM не приводит к изменению количества сотрудников; 21 % – что после внедрения BIM требуется меньше персонала, а 13 % – что больше.

Цели применения BIM в рамках проектов зеленого строительства:

- моделирование потребления энергии зданием (80 % компаний);
- моделирование освещения, включая дневное (69 %);
- соответствие требованиями стандартов энергопотребления (65 %);
- оценка качества оборудования и его выбор (64 %);
- оценка эффекта применения возобновляемых источников энергии (63 %);
- анализ естественной вентиляции (57 %).

Полезность BIM для расчета кредитов по LEED признают 42 % работающих с BIM в рамках проектов зеленого строительства. Стоит отметить, что USGBC планирует обновить функциональность сервиса онлайн-сертификации LEED-online с тем, чтобы позволить ряду BIM напрямую направлять информацию на оценку экспертов. Одним из производителей, работающих в этом направлении, является компания Integrated Environmental Solutions, представляющая линейку инструментов для анализа производительности здания.

Решения Autodesk

На базе платформы Revit от Autodesk созданы САПР Revit Architecture, Revit Structure и Revit MEP, которые позволяют полностью автоматизировать все этапы проектирования и подготовки рабочей документации. Revit базируется на параметрическом ядре, способном автоматически координировать вносимые изменения.

Autodesk Ecotect Analysis – специализированный программный инструмент для анализа факторов, влияющих на экологическую и энергетическую производительность зданий. Возможен импорт данных в формате gbXML из программных сред Autodesk Revit Architecture – 2010 и Revit MEP – 2010, возможен импорт моделей в формате DXF, 3DS, OBJ. Инструмент работает совместно с веб-сервисом Autodesk Green Building Studio. Отчеты, сгенерированные Green Building Studio, могут быть использованы при сертификации по системам LEED и Energystar.

Функциональные возможности программных продуктов Ecotect Analysis и Green Building Studio описаны в [3].

Возврат инвестиций в технологию BIM

Возврат инвестиций (ROI) – отношение доходов от вложения к расходам на них. Для расчета возврата инвестиций в течение первого года используют стандартную формулу

$$ROI = \frac{\left(B - \frac{B}{1+E}\right)(12 - C)}{A + BCD},$$

где B – стоимость рабочей силы в месяц;

E – рост производительности после обучения, %;

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ФОРМУЛЫ

Согласно онлайн-опросу пользователей Revit Architecture [1], в котором участвовало около 100 организаций, средние значения переменных формулы таковы:

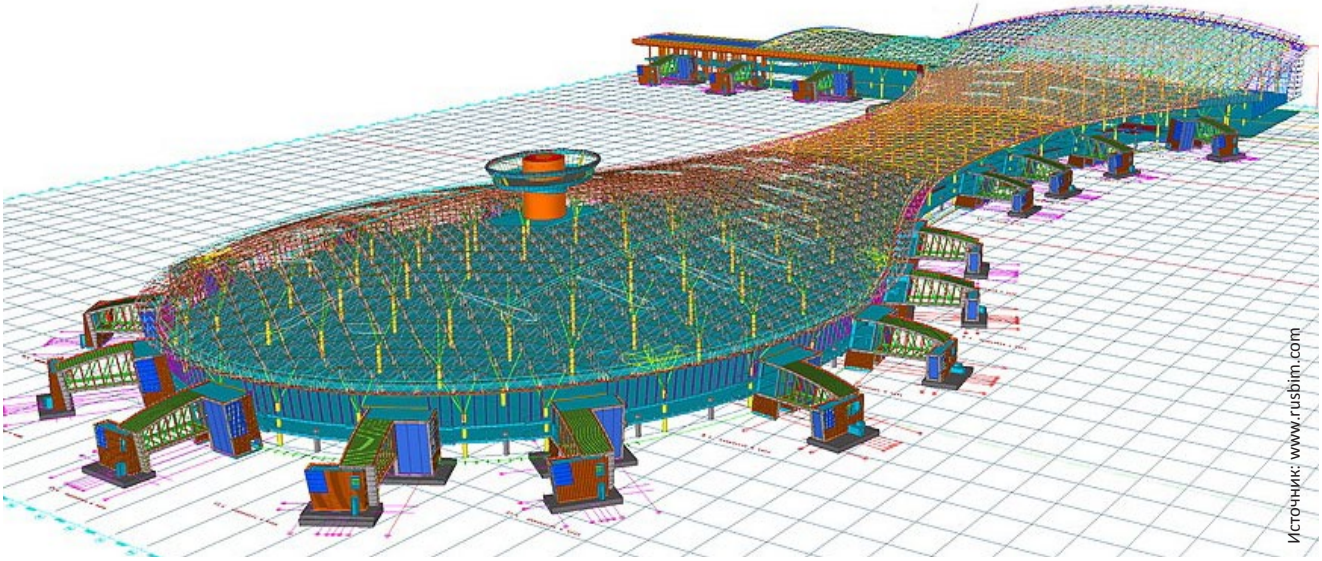
A. Стоимость оборудования и программного обеспечения – 6 000 долл. США.

B. Стоимость рабочей силы в месяц – 4 200 долл. США.

C. Длительность обучения – три месяца.

D. Снижение производительности во время обучения – 50 %.

E. Рост производительности после обучения – 25 %.



Новый грузовой терминал «Внуково»

C – длительность обучения, мес.;

A – стоимость оборудования и программного обеспечения;

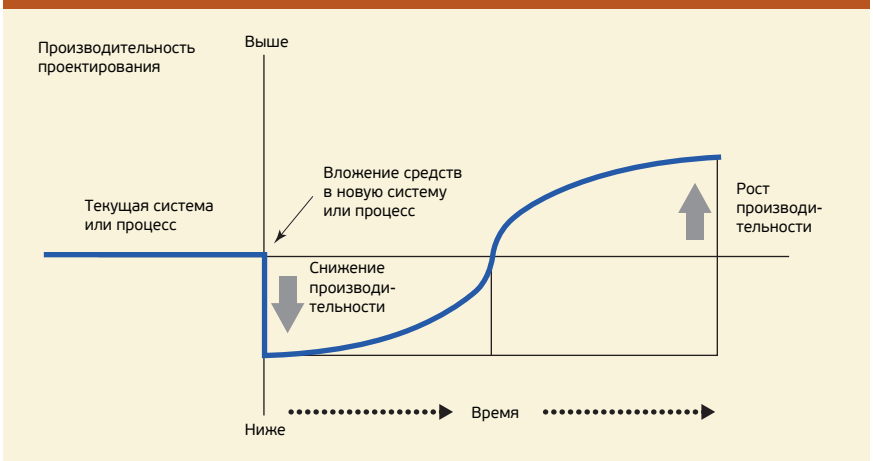
D – снижение производительности во время обучения, %.

Расчет по данным онлайн-опроса [1] показал, что среднее значение возврата инвестиций составляет более 60 %.

Формула наиболее чувствительна к процентам снижения и роста производительности. Самым незначительным фактором при расчете возврата инвестиций является стоимость оборудования и программного обеспечения. Если удвоить стоимость системы (с 6 000 до 12 000 долл. США), возврат инвестиций сократится на 20 % (с 61 до 41 %).

В исследовании [2] показаны экономические показатели внедрения линейки программного обеспечения Autodesk (Revit Architecture, Revit MEP, Revit Structure, Ecotect Analysis) в работу проектной мастерской численностью 26 человек. Объем инвестиций в новое программное обеспечение и обучение персонала составил 92 887 долл. США. Примерно через 15–16 месяцев после перехода на технологию BIM проектная организация вышла на тот же объем выполненной работы и продолжила работать с большей производительностью, что привело к увеличению заработной платы и повышению прибыли организации. Чистый дисконтированный доход за три года составил 88 095 долл. США при чистой прибыли до внедрения BIM 107 500 долл. США.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИ ВНЕДРЕНИИ НОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ



Внедрение подхода IDA и инструментария BIM требует организационно-структурных изменений, задействованных в проектно-строительном процессе компаний. Опыт зарубежных фирм показывает, что приложенные в этом направлении усилия окупятся ростом производительности и качества работы, а в результате и ростом прибыли. Для инвестора или владельца объекта строительства результатом применения BIM и подхода IDA является снижение инвестиционных рисков в силу предсказуемости хода реализации проекта и гарантии соответствия построенного здания поставленным целям, желаемым техническим и экономическим характеристикам.

Литература

1. Возврат инвестиций в технологию BIM. Autodesk, 2007.
2. Козлов И. М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий. 2010.
3. Autodesk Ecotect Analysis. Visualizesustainable design. Autodesk, 2011.
4. CRC Constraction Innovation. Collaboration Platform. Research project № 2007-003-EP.
5. Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction. McGraw-Hill Construction, 2010.