

УДК 332.33

DOI: 10.34670/AR.2023.22.67.053

**Особенности оценки эффективности
строительства крупных энергетических
объектов на этапе проектирования
при внедрении BIM-технологий**

Губаев Эдуард Александрович

Магистрант,
Ижевский государственный технический университет
им. М.Т. Калашникова,
426069, Российская Федерация, Ижевск, ул. Студенческая, 7;
e-mail: i@gubaev.ru

Алексеева Наталья Анатольевна

Доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой организации производства и экономического анализа,
Удмуртский государственный аграрный университет,
426069, Российская Федерация, Ижевск, ул. Студенческая, 11;
профессор кафедры,
Ижевский государственный технический университет
им. М.Т. Калашникова,
426069, Российская Федерация, Ижевск, ул. Студенческая, 7;
e-mail: 497477@mail.ru

Аннотация

В статье проведена оценка уровня инвестиций в основной капитал в экономике РФ в целом, а также в отрасли атомной энергетики за 2017-2021 гг. Актуализирована проблема модернизации программного обеспечения для проектирования строительства крупных объектов атомной энергетики. Систематизированы выгоды перехода на BIM-технологии при проектировании строительства. Обоснована экономическая эффективность проектов внедрения BIM-технологий на примере строительства крупного энергоблока. Научная новизна исследования заключается в обосновании двухэтапного подхода к оценке эффективности инвестиций в крупные объекты строительства на стадии проектирования, обосновании внедрения нового программного обеспечения по BIM-технологиям, прогнозировании прироста прибыли отрасли атомной энергетики за счет модернизации программного обеспечения.

Для цитирования в научных исследованиях

Губаев Э.А., Алексеева Н.А. Особенности оценки эффективности строительства крупных энергетических объектов на этапе проектирования при внедрении BIM-технологий // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 8А. С. 535-547. DOI: 10.34670/AR.2023.22.67.053

Ключевые слова

Строительство, затраты, экономическая эффективность, атомная энергетика, чистый дисконтированный доход, срок окупаемости.

Введение

Строительство крупных объектов электроэнергетики, какими являются атомные станции, – это важное направление инвестиционной деятельности, в котором Россия имеет мировое лидерство [Чазов, Грахов, Криворотов, Симченко, 2019]. Инвестиции в строительство атомных станций за последние пять лет стабильно увеличивались в абсолютных размерах, но в удельном весе в объеме инвестиций в основной капитал во всей российской экономике их значение снижалось. Несмотря на рост инвестиций в программное обеспечение и создание баз данных в атомной энергетике, современного программного обеспечения в отрасли еще недостаточно (табл. 1) [Официальный сайт Росстата, www].

Таблица 1 - Инвестиции в основной капитал в строительство атомных станций

Наименование показателя	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Инвестиции в основной капитал в экономике РФ, млрд руб.	6816	7497	7701	7768	8898
Инвестиции в основной капитал в строительство атомных станций, млрд руб.	119,2	127,9	116,2	94,8	98,6
Инвестиции в программное обеспечение и базы данных атомных станций, млрд руб.	0,062	0,120	0,165	0,078	0,456
Доля инвестиций в строительство атомных станций в объеме инвестиций в экономике РФ всего, %	1,7	1,7	1,5	1,2	1,1
Доля инвестиций в программное обеспечение и базы данных в объеме инвестиций в строительство атомных станций, %	0,052	0,094	0,142	0,083	0,462

В настоящее время в рамках цифровизации управления в экономике развиваются технологии информационного моделирования. Одной из них является технология BIM (Building Information Modeling, BIM). BIM – это технология создания, управления и хранения электронной информации об объекте строительства, который охватывает все этапы жизненного цикла объекта. В результате BIM создается электронная информационная модель объекта, которая содержит все необходимые данные о конструкции, оборудовании, инженерных системах, а также информацию о строительстве и эксплуатации объекта [Bahnert, Heinrich, Johrendt, 2021]. Достигается повышение интенсификации труда и сокращение времени на корректировку проектов при одновременной работе многих специалистов в смежных областях. Однако эффект от использования BIM-технологии может быть достигнут только при условии перехода всех специалистов на новое программное обеспечение.

Основная часть

До появления компьютеров база данных об объекте строительства представляла собой набор документов, которые использовались для сбора, хранения и обработки информации. Для

управления этими документами использовалась специальная система управления данными (далее – СУД).

Следующим этапом развития стало появление компьютерных программ для создания, хранения и редактирования проектной документации – Computer Aided Design (далее – CAD). Тогда появилась возможность хранения информации в электронном виде, но при этом информация между собой не связана, поэтому требовалось выполнять определенные ручные операции для обеспечения целостности данных, которые нужно обрабатывать. Например, если все построение выполнено в программе AutoCAD, то в большинстве специализированных расчетных программах информацию нужно вводить вручную. Нагрузки, спецификации, сметные документы, описание, результаты расчетов – все это можно сохранить в электронном виде, однако связь между данными устанавливается только людьми.

Объединение данных в единое информационное пространство – это процесс, который начался давно и продолжается до сих пор. Он включает в себя конвертацию форматов, создание специальных форматов хранения информации, таких как Industrial Foundation Classes или XML, а также создание BIM-серверов. Несмотря на то, что этот процесс не завершен, уже существуют программы, основанные на технологии BIM, которые позволяют выполнять работу по всем разделам проектов и которые доказали свою эффективность [Смирнов и др., 2022].

Переход от технологии CAD к BIM для проектной организации требует перехода на новое программное обеспечение, а также обучения персонала. Хотя эффективность BIM уже доказана, в России переход на эту технологию происходит медленно из-за необходимости больших затрат на начальном этапе [Мохначёв и др., 2020].

Выделим два этапа оценки экономического эффекта от внедрения BIM-технологии на примере типичного крупного проекта атомной энергетики в Ленинградской области. На первом этапе оценим степень риска при инвестировании собственного капитала в новые технологии строительства. На втором этапе для определения целесообразности внедрения цифрового моделирования на этапе проектирования проведем расчет доходности проекта по отношению к уровню рисков.

Предположим, что проектная организация берется выполнить строительство АЭС с реакторами ВВЭР мощностью 1200 МВт при неблагоприятных грунтовых условиях (просадочные грунты). Предположительный срок реализации проектной документации – 1 год, в течение которого выполняются следующие работы: вариантное проектирование, расчет конструкций, проектирование организации работ, изготовление проектно-сметной и конструкторской документации, согласование документации [СБЦП 81-02-06-2001. Справочник базовых цен на проектные работы в строительстве. Объекты атомной энергетики, www].

Стоимость проектных работ определяется по укрупненным показателям либо по справочнику базовых цен на проектные работы в строительстве объектов использования атомной энергии. Так как в справочниках базовые цены установлены по состоянию на 1 января 2001 г., применим индексацию [Алексеева, Сапожников, 2022; Переход на ресурсную модель определения сметной стоимости строительства. Мониторинг цен строительных ресурсов, www; письмо Минстроя России от 02.05.2023 № 24756-ИФ/09, www; письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 20 февраля 2021 г. № 6684-ИФ/09, www; приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 4.08.2020 г. № 421/пр, www]. Ценами учтены все затраты на разработку проектной документации, прибыль, кроме налога на добавленную стоимость [СБЦП 81-02-06-2001.

Справочник базовых цен на проектные работы в строительстве. Объекты атомной энергетики, www].

Базовая цена разработки проектной документации (проект + рабочая документация) определяется по формуле:

$$C_1 = (a + b) \times ((1 + k_1) \times p_1) + ((1 + k_2) \times r_1), \quad (1)$$

где a – величина стоимости разработки проектной документации;

b – величина стоимости разработки рабочей документации;

k_1 – коэффициент, отражающий усложнение разработки проектной документации;

k_2 – коэффициент, отражающий усложнение разработки рабочей документации;

p_1 – доля базовой цены разработки проектной документации;

r_1 – доля базовой цены разработки рабочей документации.

Проведем расчет: $(630824,5 + 631,53 \times 1200) \times ((1 + 0,045) \times 0,4) + ((1 + 0,0435) \times 0,6) = 580460,089 \times (0,418 + 0,6261) = 580460,089 \times 1,0441 = 606058,38$ тыс. руб.

Индексация рассчитывается по формуле:

$$C = C_1 + C_1 \times k_{\text{инд}}, \quad (2)$$

где C_1 – базовая цена разработки проектной документации;

$k_{\text{инд}}$ – индекс изменения цены разработки сметной стоимости проектных работ.

Поведем расчет: $606058,38 + (606058,38 \times 0,0532) = 638\,300,69$ тыс. руб., где 630824,5 и 631,53 – постоянные величины a и b , которые берутся из пункта 1.1 таблицы № 1 справочника [СБЦП 81-02-06-2001. Справочник базовых цен на проектные работы в строительстве. Объекты атомной энергетики, www].

$(1 + 0,045) \times 0,4 = 0,418$ – доля базовой цены разработки проектной документации с учетом факторов, усложняющих проектирование;

$k_1 = 0,045$ – дробная часть коэффициента, полученного в результате применения коэффициента $K = 1,15$ (просадочные грунты – п. 3.7 Методических указаний [приказ Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2009 г. № 620, www]) к стоимости проектных работ, к выполнению которых установлены особые требования соответствующими нормативными документами, т.е.: $(0,1 + 0,2) \times 1,15 + 0,7$. При этом значения 0,1; 0,2; 0,7 взяты условно: 10%:100% = 0,1; 20%:100% = 0,2; 70%:100% = 0,7 и применены к разделам «Конструктивные и объемно-планировочные решения» и «Технологические решения». Остальные части разделов проектной документации рассчитаны без усложняющих факторов;

$p_1 = 0,4$ – доля базовой цены разработки проектной документации (пункт 1.4 Методических указаний [приказ Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2009 г. № 620, www]);

$((1 + 0,0435) \times 0,6) = 0,6261$ – доля базовой цены разработки рабочей документации с учетом факторов, усложняющих проектирование;

$k_2 = 0,0435$ – дробная часть коэффициента, полученного в результате применения $K = 1,15$ (просадочные грунты – п. 3.7 Методических указаний [nfv ;t]) к стоимости проектных работ, к выполнению которых установлены особые требования соответствующими нормативными документами, т.е. $((0,11 + 0,18) \times 1,15 + 0,71)$. При этом значения 0,11; 0,18; 0,71 взяты условно: 11%:100% = 0,11; 18%:100% = 0,18; 71%:100% = 0,71 и применены к разделам «Конструктивные и объемно-планировочные решения» и «Технологические решения». Остальные части разделов

проектной документации рассчитаны без усложняющих факторов;

$r_1 = 0,6$ – доля базовой цены разработки рабочей документации (пункт 1.4 Методических указаний [Приказ Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2009 г. № 620, www]).

$1,0441 = 0,418 + 0,6261$ – общий коэффициент, учитывающий увеличение цены на ресурсы в связи с факторами, усложняющими проектирование атомной станции;

$0,0532$ – индекс изменения сметной стоимости проектных работ для строительства к справочникам базовых цен на проектные работы [Письмо Минстроя России от 02.05.2023 № 24756-ИФ/09, www]:

Итак, расчетно базовая цена разработки проектной документации в ценах 2023 г. без районного коэффициента, так как он не определен для Ленинградской области, составит 638 300 690 руб. без НДС. Исходя из договорных условий, примем стоимость проекта в размере 765 960 828 руб. с НДС.

Составим план доходов и расходов при традиционном способе проектирования, то есть до внедрения цифрового моделирования:

- выручка от реализации: 638 300 690 руб. (100%);
- НДС: 127 660 138 руб. (20%);
- зарплата и социальные взносы: 357 297 486 руб. (56%);
- текущие материальные затраты (амортизация, налог, материальные и прочие затраты): 100 441 400 руб. (16%);
- затраты на согласование проекта: 44 681 048 руб. (7%);
- прибыль: 8 220 618 руб. (2,24%);
- налог на прибыль: 1 644 124 руб. (0,45%);
- чистая прибыль: 6 576 494 руб. (1,79%).

Для внедрения новой технологии проектирования требуется сделать инвестиции в программное обеспечение и обучение персонала. Поскольку продукты компании Autodesk более не доступны в РФ, расчет проведем на примере продукции компании Nanocad [Цены на платформу nanoCAD, www] (табл. 2).

Таблица 2 - Цены на продукцию компании NanoSoft

Наименование системы	Стоимость 1 шт., руб.	Кол-во, шт.	Общая стоимость, руб.
nanoCAD Корпоративная лицензия	661 700	12	7 940 400
nanoCAD Инженерный BIM	460 000	12	5 520 000
nanoCAD BIM Конструкции	203 500	60	12 210 000
nanoCAD BIM ВК	143 500	10	1 430 000
nanoCAD BIM Отопление	143 500	10	1 430 000
nanoCAD BIM Электро	249 700	10	2 497 000
nanoCAD BIM ОПС	220 000	10	2 200 000
nanoCAD BIM СКС	220 000	10	2 200 000
nanoCAD BIM Вентиляция	149 700	10	1 497 000
Итого:			35 494 400

Обучение персонала можно провести в дистанционной форме. Стоимость обучения за курс 40 часов (5 дней) по одному из программных продуктов одного человека составит 29 000 руб. Итого затраты составят: 29 000 руб. × 144 человек = 4 176 000 руб.

Всего инвестиции на приобретение программного обеспечения и обучение работников

составят: 35 494 400 руб. + 4 176 000 руб. = 38 281 000 руб.

Составим план доходов и расходов после внедрения нового способа проектирования. В результате внедрения нового программного обеспечения производительность труда может снизиться на начальных этапах, но затем увеличится, достигнув уровня выше, чем у старого программного обеспечения. Этот процесс занимает от 3 до 6 месяцев. По оценкам экспертов, рост производительности труда может составлять 30–50% при переходе от CAD к технологиям BIM, а в некоторых случаях может достигать 100%. (рис. 1-3) [Грахов и др., 2019].

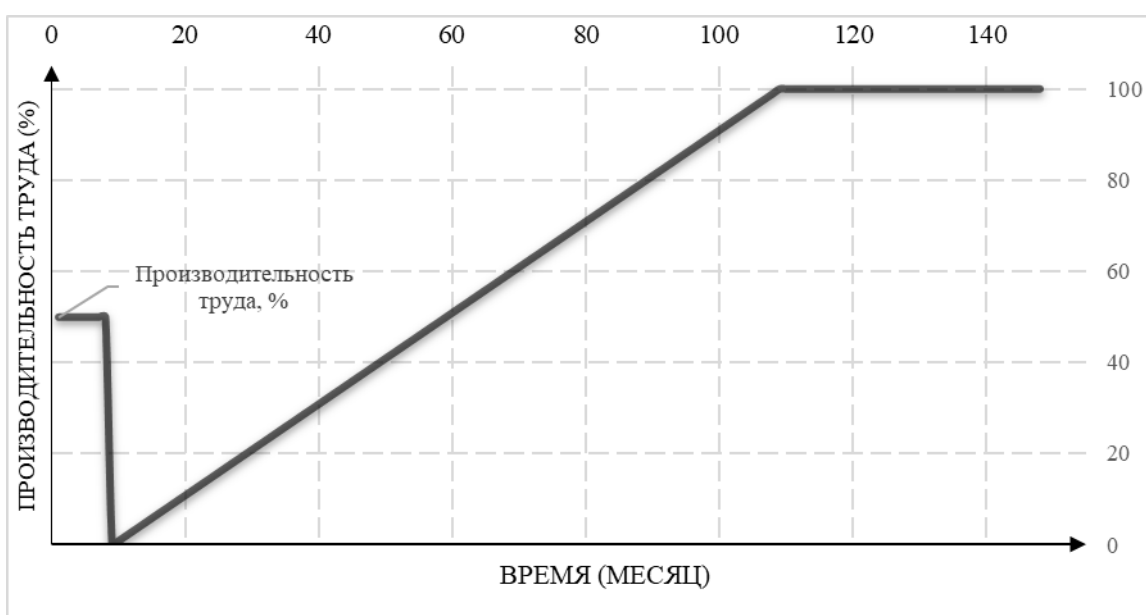


Рисунок 1 – Характер изменения производительности труда при внедрении нового программного обеспечения

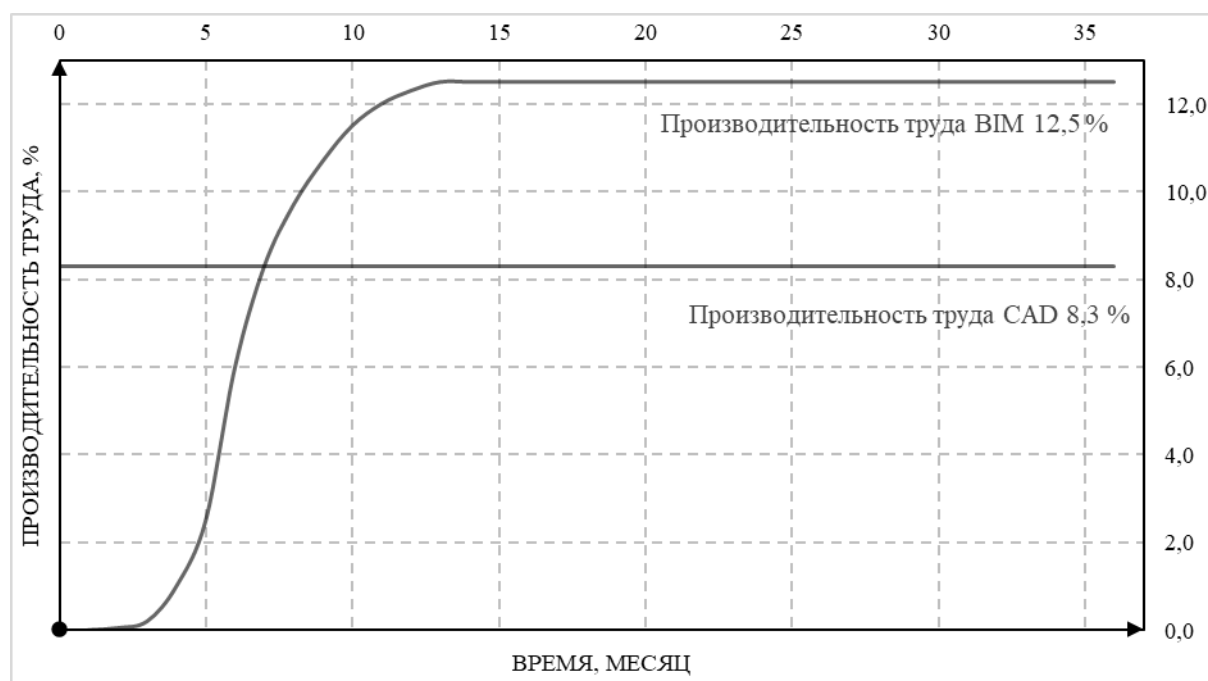


Рисунок 2 – Сравнительный анализ изменения уровня производительности труда

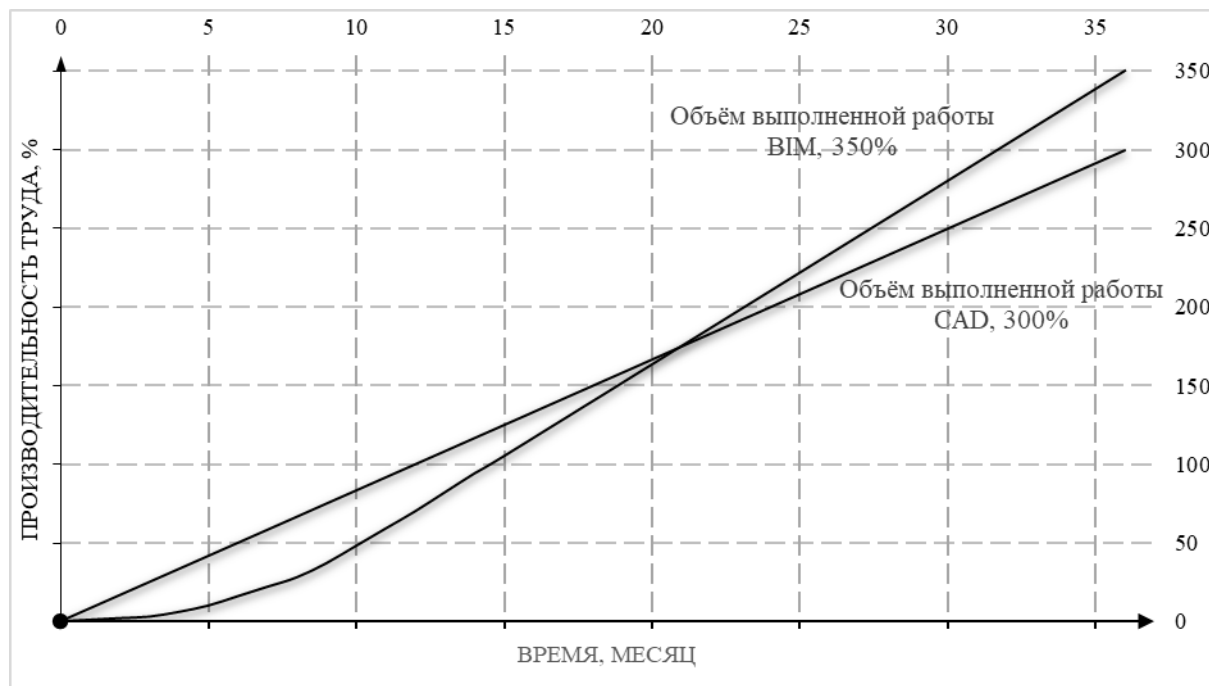


Рисунок 3 – Сравнительный анализ изменения объема выполненной работы

Примерно через 16–17 месяцев с начала работы можно будет достичь того же объема выполненной работы, но с более высокой производительностью.

Если объем средств, которые необходимо освоить, зависит от объема работ, то на первом этапе может потребоваться сокращение заработной платы, чтобы избежать убытка за год.

Увеличение производительности труда на 50 % позволит за второй и третий год освоить больше средств. При этом увеличиваются накладные расходы и можно увеличить заработную плату (табл. 3).

Таблица 3 - Планирование доходов и расходов на внедрение BIM-технологии

Показатели	Номинальные показатели	1 год	2 и 3 годы
Выручка от реализации, руб.	638 300 690	555 321 600	957 451 035
НДС от выручки от реализации, руб.	127 660 138	111 064 320	191 490 207
Зарплата и социальные взносы, руб.	357 297 486	325 140 712	513 111 427
Хозяйственные расходы, руб.	100 441 400	100 441 400	137 305 973
Затраты на согласование, руб.	44 681 048	38 872 512	67 021 572
Инвестиции в BIM, руб.	0	38 281 000	0
Прибыль, руб.	8 220 618	-20 197 344	28 324 511
Налог на прибыль, руб.	1 644 124	0	5 664 902
Чистая прибыль, руб.	6 576 494	0	22 659 609

Инвесторы вкладывают свои деньги в различные активы: акции, облигации, недвижимость и т.д., ожидая получить определенный доход. Однако фактические доходы, которые они получают, могут отличаться от ожидаемой прибыли. Это различие между ожидаемым и фактическим доходом является риском для инвесторов [Дамодаран, 2019].

Инвестор должен учитывать не только ожидаемый доход, но и другие факторы: дисперсия, асимметрия и эксцесс распределения. Чем больше отклонение фактических доходов от

ожидаемых и чем больше асимметрия и эксцесс, тем выше риск инвестирования в данный актив. Также инвестор должен учитывать форму «хвостов» распределения, которая показывает, насколько вероятно, что цена актива будет изменяться в любом направлении.

Вычисление стандартного отклонения на основе доходов осуществляется по формуле:

$$\text{Средний доход, } n\% = \frac{\sum n \text{ Доход в год } \%}{n}, \quad (3)$$

где n — количество наблюдений в выборке.

Средний доход составит: $n = (-12,14 - 4,2 + 4,4) / 3 = -3,98\%$.

Дисперсия измеряется на основе отклонений фактических ежегодных доходов от средней величины. Поскольку мы учитываем оба отклонения: «выше ожидаемого уровня» и «ниже ожидаемого уровня», возведем отклонение в квадрат (табл. 4).

Таблица 4 - Расчет отклонения фактических ежегодных доходов в %

Доход в год, руб.	Доход в год, %	Отклонение
-26 773 838	- 12,1	66,60
-9 283 451	- 4,2	0,05
9 742 874	4,4	0,19
Итого:		66,84

Следуя стандартной практике оценки дисперсии в выборках, дисперсию доходов возможно оценить, разделив суммы колонок, содержащих квадраты отклонения, на $n-1$: $66,84/2=33,42$.

Стандартное отклонение равно квадратному корню из дисперсии: $\sqrt{(33,42)} = 5,78$. Стандартное отклонение показывает, насколько доходы компании отклонялись от среднего уровня.

Основываясь на этих данных, можно сделать вывод, что проект выглядит рискованным. Используем метод САРМ (Capital Assets Pricing Model, далее - САРМ) [Дамодаран, 2023]. САРМ обычно используется для объяснения колебаний курсов и для создания механизма, помогающего инвесторам оценить уровень доходности и риска своего портфеля. Суть САРМ состоит в расчете доходности проекта по отношению к уровню рисков: чем более рискованный проект, тем больше должна быть доходность.

Приведем оценку дисконтной ставки по САРМ. На сегодня в России безрисковая ставка составляет 7,5 %. В качестве бета-коэффициента используем 0,82 – такой показатель для строительной промышленности рассчитал Асват Дамодаран [Дамодаран, 2019; Дамодаран, 2023]. В идеале стоит рассчитывать коэффициент вручную, но можно допустить, что данные рынки сильно диверсифицированы и не очень чувствительны к колебаниям доходности рынка, связанным с определенным государством. В формулу САРМ подставляем показатели: $(R_m - R_f)$ – процентная премия за инвестиционный риск – 5%; становой риск – 3,5%.

Далее, согласно расчетам по модели Уильяма Шарпа, получаем следующий результат доходности проекта по отношению к уровню рисков: $RE = 7,5\% + 0,82 * 5\% + 3,5 = 15,1\%$.

Для оценки эффективности инвестиций определяются чистый доход (ЧД), чистый дисконтированный доход (ЧДД), срок окупаемости капитальных вложений [Гумба и др., 2023; Чазов, Грахов, Симченко, 2021].

Чистый доход (ЧД) – это накопленный эффект (сальдо денежного потока) за весь расчетный период. Поскольку расчетный срок только 3 года, принимаем норму дисконта равной 8,75% (табл. 5).

Таблица 5 - Расчет ЧД и ЧДД

Показатели	1 год	2 год	3 год
Чистая прибыль до внедрения цифрового моделирования, руб.	6 576 494	6 576 494	6 576 494
Чистая прибыль после внедрения цифрового моделирования, руб.	-20 197 344	22 659 609	22 659 609
Разница прибыли, руб.	-26 773 838	16 083 115	16 083 115
ЧД, руб.	-26 773 838	-10 690 724	5 392 391
Дисконтный множитель	1,0000	1,0875	1,1830
Дисконтированный денежный поток, руб.	-26 773 838	17 490 387	19 026 325
ЧДД, руб.	-26 773 838	-9 283 451	9 742 874

В начале реализации проекта отрицательные денежные потоки, но это не дает нам права сказать, что это неэффективные инвестиции. Чтобы проект имел ценность, он должен иметь не пропорционально большие положительные денежные потоки в будущем. Также стоит ожидать большие потоки в будущем относительно номинальных потоков, которые наблюдались до внедрения BIM. По истечении трех лет чистая прибыль после внедрения технологии BIM превышает прибыль, получаемую при использовании традиционных методов (рис. 4).

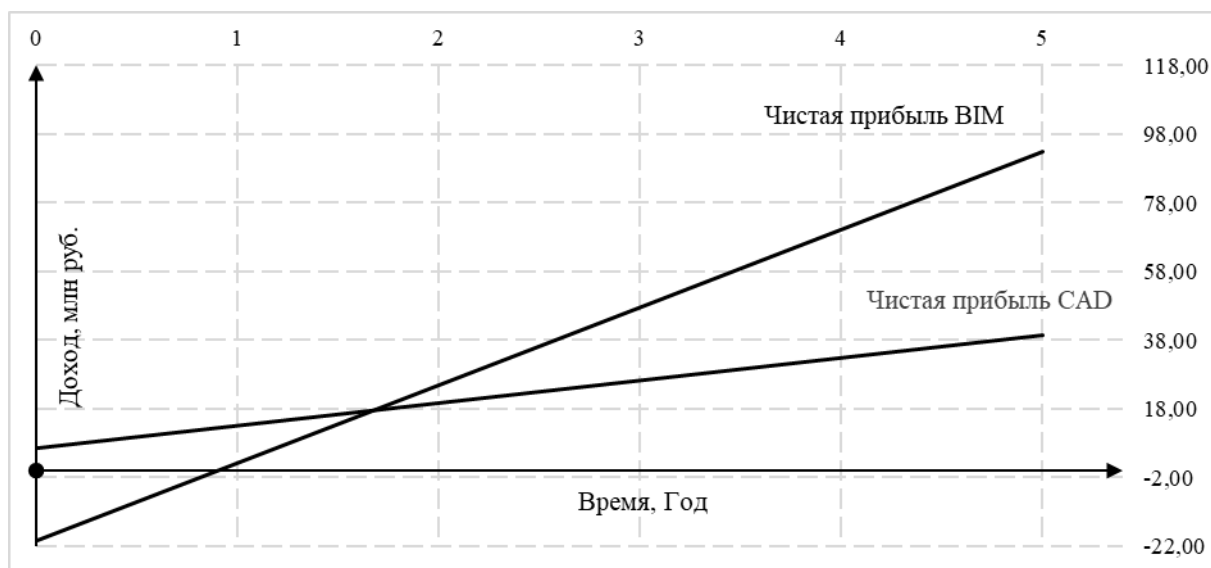


Рисунок 4 – Сравнение чистой прибыли до внедрения цифрового моделирования и после

Поскольку ЧДД положительный, инвестиции во внедрение BIM взамен CAD-технологий можно считать эффективными. Нормативный срок окупаемости капитальных вложений в средства автоматизации и вычислительной техники равен трем годам.

В результате проделанной работы было выполнено сравнение прибыли проектной организации при использовании CAD-технологий проектирования и после внедрения BIM-технологий.

Объем инвестиций в новое программное обеспечение и обучение персонала составил 38 281 000 руб. В результате повышения производительности труда получено увеличение заработной платы и увеличение прибыли организации. Чистый дисконтированный доход за три года составил 9 742 874 руб. Значит, внедрение технологии BIM экономически выгодно и при правильной работе окупается уже на ранней стадии.

Однако стоит учитывать, что внедрение новых технологий влечет за собой большие риски инвестиций. Это показывает стандартное отклонение в 5,78, а большие риски дают больше дохода. Доходность проекта по отношению к уровню рисков составляет 15,1%, что приемлемо для вклада.

По нашей оценке, прирост прибыли в отрасли атомной энергетики от модернизации программного обеспечения при внедрении BIM-технологий мог бы составить около 263 млн руб. в 2022 г.

Заключение

Данное исследование проведено для оценки внедрения технологии BIM для создания крупномасштабного инвестиционного проекта промышленно-опасного объекта строительства на этапе проектирования и позволяет утверждать, что инвестиции в технологию приносят положительный экономический эффект.

Научная новизна исследования заключается в обосновании двухэтапного подхода к оценке эффективности инвестиций в крупные объекты строительства на стадии проектирования, обосновании внедрения нового программного обеспечения по BIM-технологиям, прогнозировании прироста прибыли отрасли атомной энергетики за счет модернизации программного обеспечения.

Последующие исследования в области данной тематики могут состоять в оценке риска собственного капитала и доходности проекта на всех стадиях жизненного цикла реализации сложных объектов в атомной энергетике, а не только на стадии проектирования.

Библиография

1. Алексеева Н.А., Сапожников Д.А. Использование методов определения стоимости строительства в составе предпроектных проработок // Вектор экономики. 2022. № 1 (67).
2. Грахов В.П. и др. Обоснование необходимости использования BIM-технологий с целью повышения эффективности проектной деятельности предприятия // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2019. Том 2. № 37. С. 103-106.
3. Гумба Х.М. и др. Экономика строительства. М.: Юрайт, 2023. 449 с.
4. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и методы оценки любых активов. М., 2019. 1316 с.
5. Дамодаран А. Невидимая стоимость. Как правильно оценить компанию, чтобы заработать на ее акциях. М.: Эксмо, 2023.
6. Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации: приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 4.08.2020 г. № 421/пр. URL: https://tyumsoft.ru/file/METODIKA_OPREDELENIYa_SMETNOJ_STOIMOSTI_421pr.pdf.
7. Мохначёв С.А. и др. Влияние использования BIM-технологий на управление и экономику строительного предприятия // Управленческий учёт. 2020. № 1. С. 23-31.
8. О переходе на ресурсно-индексный метод определения сметной стоимости строительства: письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 20 февраля 2021 г. № 6684-ИФ/09. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_378646.
9. Об индексах изменения сметной стоимости строительства во II квартале 2023 года: письмо Минстроя России от 02.05.2023 № 24756-ИФ/09. URL: <https://www.ocenchik.ru/docs/4128-index-change-smr-2kv2023-let24756.html>.
10. Об утверждении Методических указаний по применению справочников базовых цен на проектные работы в строительстве: приказ Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2009 г. № 620. URL: <https://dokipedia.ru/document/5153860>.
11. Официальный сайт Росстата. URL: <https://fedstat.ru/indicator/59083>.
12. Переход на ресурсную модель определения сметной стоимости строительства. Мониторинг цен строительных ресурсов. URL: <https://gge.ru/upload/iblock/255/%D0%90>.

13. СБЦП 81-02-06-2001. Справочник базовых цен на проектные работы в строительстве. Объекты атомной энергетики. 2001. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293793/4293793568.htm>.
14. Смирнов Н.В. и др. Особенности внедрения BIM-технологий в строительные компании // Вестник магистратуры. 2022. Т. 10–1. № 133. С. 34-37.
15. Цены на платформу nanoCAD. URL: <https://www.nanocad.ru/buy>.
16. Чазов Е.Л., Грахов В.П., Криворотов В.В., Симченко О.Л. Повышение эффективности планирования как основа управления инвестиционной деятельностью промышленного предприятия // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2019. Т. 62. № 1. С. 88-100.
17. Чазов Е.Л., Грахов В.П., Симченко О.Л. Методический инструментарий оценки эффективности проектов капитального строительства нефтедобывающих предприятий // Наука и техника. 2021. Т. 20. № 1. С. 75-82.
18. Bahnert T., Heinrich D., Johrendt R. Planungsleistungen und Honorare mit BIM. Stuttgart: Kohlhammer, 2021.

Features of assessment of efficiency of construction of large power facilities during the design phase when implementing BIM technologies

Eduard A. Gubaev

Master's student,
Izhevsk State Technical University
named after M.T. Kalashnikov,
426069, 7 Studentskaya str., Izhevsk, Russian Federation;
e-mail: i@egubaev.ru

Natal'ya A. Alekseeva

Doctor of Economics, Professor,
Head of the Department of Production Organization and Economic Analysis,
Udmurt State Agrarian University
426069, 11 Studentskaya str., Izhevsk, Russian Federation;
professor of the department,
Izhevsk State Technical University
named after M.T. Kalashnikov,
426069, 7 Studentskaya str., Izhevsk, Russian Federation;
e-mail: 497477@mail.ru

Abstract

The article assesses the level of investment in fixed assets in the Russian economy as a whole, as well as in the nuclear energy industry for 2017-2021. The problem of modernizing software for designing the construction of large nuclear power facilities has been updated. The benefits of switching to BIM technologies in construction design are systematized. The economic efficiency of projects for introducing BIM technologies is substantiated using the example of the construction of a large power unit. The scientific novelty of the study lies in the substantiation of a two-stage approach to assessing the effectiveness of investments in large construction projects at the design stage, the substantiation of the introduction of new software using BIM technologies, and forecasting the increase in profit in the nuclear energy industry due to software modernization.

For citation

Gubaev E.A., Alekseeva N.A. (2023) Osobennosti otsenki effektivnosti stroi-tel'stva krupnykh energeticheskikh ob"ektov na etape proektirovaniya pri vne-drenii BIM-tekhnologii [Features of assessment of efficiency of construction of large power facilities during the design phase when implementing BIM technologies]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (8A), pp. 535-547. DOI: 10.34670/AR.2023.22.67.053

Keywords

Construction, calculation, costs, economic efficiency, nuclear power, net discounted income, payback period.

References

1. Alekseeva N.A., Sapozhnikov D.A. (2022) Ispol'zovanie metodov opredeleniya stoimosti stroitel'stva v sostave predproeknykh prarabotok [Using methods for determining the cost of construction as part of pre-design studies]. *Vektor ekonomiki* [Vector of Economics], 1 (67).
2. Bahnert T., Heinrich D., Johrendt R. (2021) *Planungsleistungen und Honorare mit BIM*. Stuttgart: Kohlhammer.
3. Chazov E.L., Grakhov V.P., Krivorotov V.V., Simchenko O.L. (2019) Povyshenie effektivnosti planirovaniya kak osnova upravleniya investitsionnoi deyatelnosti promyshlennogo predpriyatiya [Increasing planning efficiency as a basis for managing the investment activities of an industrial enterprise]. *Energetika. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii i energeticheskikh ob"edinenii SNG* [Energy. News of higher educational institutions and energy associations of the CIS], 62 (1), pp. 88-100.
4. Chazov E.L., Grakhov V.P., Simchenko O.L. (2021) Metodicheskii instrumentarii otsenki effektivnosti proektov kapital'nogo stroitel'stva nefte doby-vayushchikh predpriyatii [Methodological tools for assessing the effectiveness of capital construction projects of oil producing enterprises]. *Nauka i tekhnika* [Science and technology], 20 (1), pp. 75-82.
5. Damodaran A. (2019) *Investitsionnaya otsenka. Instrumenty i metody otsenki lyubykh aktivov* [Investment assessment. Tools and methods for assessing any assets]. Moscow.
6. Damodaran A. (2023) *Nevidimaya stoimost'. Kak pravil'no otsenit' kompaniyu, chtoby zarabotat' na ee aktsiyakh* [Invisible cost. How to properly evaluate a company in order to make money on its shares]. Moscow: Eksmo Publ.
7. Grakhov V.P. et al. (2019) Obosnovanie neobkhodimosti ispol'zovaniya BIM-tekhnologii s tsel'yu povysheniya effektivnosti proektnoi deyatelnosti predpriyatiya [Justification of the need to use BIM technologies in order to increase the efficiency of the enterprise's design activities]. *Sotsial'no-ekonomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika* [Socio-economic management: theory and practice], 2 (37), pp. 103-106.
8. Gumba Kh.M. et al. (2023) *Ekonomika stroitel'stva* [Economics of construction]. Moscow: Yurait Publ.
9. *Metodika opredeleniya smetnoi stoimosti stroitel'stva, rekonstruktsii, kapital'nogo remonta, snosa ob"ektov kapital'nogo stroitel'stva, rabot po sokhraneniyu ob"ektov kul'turnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kul'tury) narodov Rossiiskoi Federatsii na territorii Rossiiskoi Federatsii: prikaz Ministerstva stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaistva RF ot 4.08.2020 g. № 421/pr* [Methodology for determining the estimated cost of construction, reconstruction, major repairs, demolition of capital construction projects, work to preserve cultural heritage sites (historical and cultural monuments) of the peoples of the Russian Federation on the territory of the Russian Federation: Decree of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation No. 421/pr of August 04, 2020]. Available at: https://tyumsoft.ru/file/METODIKA_OPREDELENIYA_SMETNOJ_STOIMOSTI_421pr.pdf [Accessed 12/08/2023].
10. Mokhnachev S.A. et al. (2020) Vliyanie ispol'zovaniya BIM-tekhnologii na upravlenie i ekonomiku stroitel'nogo predpriyatiya [The influence of the use of BIM technologies on the management and economics of a construction enterprise]. *Upravlencheskii uchët* [Management accounting], 1, pp. 23-31.
11. *O perekhode na resursno- indeksnyi metod opredeleniya smetnoi stoimosti stroitel'stva: pis'mo Ministerstva stroitel'stva i zhilishch-no-kommunal'nogo khozyaistva RF ot 20 fevralya 2021 g. № 6684-IF/09* [On the transition to the resource-index method for determining the estimated cost of construction: Letter of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation No. 6684-IF/09 of February 20, 2021]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_378646 [Accessed 12/08/2023].
12. *Ob indeksakh izmeneniya smetnoi stoimosti stroitel'stva vo II kvartale 2023 goda: pis'mo Ministroya Rossii ot 02.05.2023 № 24756-IF/09* [On the indices of changes in the estimated cost of construction in the second quarter of 2023: Letter of the Ministry of Construction of Russia No. 24756-IF/09 of May 02, 2023]. Available at: <https://www.ocenchik.ru/docs/4128-index-change-smr-2kv2023-let24756.html> [Accessed 18/08/2023].

13. *Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazanii po primeneniyu spravochnikov bazovykh tsen na proektnye raboty v stroitel'stve: prikaz Ministerstva regional'nogo razvitiya RF ot 29 dekabrya 2009 g. № 620* [On approval of the Guidelines for the use of reference price reference books for design work in construction: Decree of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation No. 620 of December 29, 2009]. Available at: <https://dokipedia.ru/document/5153860> [Accessed 12/08/2023].
14. *Ofitsial'nyi sait Rosstata* [Official website of Rosstat]. Available at: <https://fedstat.ru/indicator/59083> [Accessed 11/08/2023].
15. *Perekhod na resursnyuyu model' opredeleniya smetnoi stoimosti stroitel'stva. Monitoring tsen stroitel'nykh resursov* [Transition to a resource model for determining the estimated cost of construction. Monitoring prices of construction resources]. Available at: <https://gge.ru/upload/iblock/255/%D0%90> [Accessed 24/08/2023].
16. SBTsP 81-02-06-2001. *Spravochnik bazovykh tsen na proektnye raboty v stroitel'stve. Ob"ekty atomnoi energetiki* [SBCP 81-02-06-2001. Directory of basic prices for design work in construction. Nuclear energy facilities]. (2001). Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293793/4293793568.htm> [Accessed 12/08/2023].
17. Smirnov N.V. et al. (2022) Osobennosti vnedreniya BIM-tekhnologii v stroitel'nye kompanii [Features of the implementation of BIM technologies in construction companies]. *Vestnik magistratury* [Bulletin of the Master's degree], 10–1 (133), pp. 34-37.
18. *Tseny na platformu nanoCAD* [Prices for the nanoCAD platform]. Available at: <https://www.nanocad.ru/buy> [Accessed 12/08/2023].