



ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

А.М.Мамаджанов¹, С.Б.Набиев², Р.Р.Рахманов³,

Б.Т.Мирзажонов⁴

¹Профессор, Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова. Узбекистан

²Докторант, Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова. Узбекистан

³Начальник отдела, Наманганский инженерно-строительный институт. Узбекистан

⁴Учитель, Наманганский инженерно-строительный институт. Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5550480>

ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 21 сентября 2021 г.
Утверждено: 25 сентября 2021 г.
Опубликовано: 30 сентября 2021 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

информационное моделирование, инвестиционный проект, жизненный цикл, эффективность

АННОТАЦИЯ

Представлен анализ опыта внедрения PLM-решений в машиностроении. Обоснована актуальность рехода отечественных компаний на технологии информационного моделирования жизненного цикла объекта, Рассмотрены основные тенденции развития концепции PLM В сопоставлении с BIM-технологиями в инвестиционно-строительных проектах.

В последние годы в машиностроении широко применяются технологии информационного моделирования на всех этапах жизненных циклов машин и механизмов. Понятие "информационное моделирование"(Building Information Modeling -BIM) впервые было использовано в 1975 г. при проектировании зданий, его появление связано с развитием теорий архитектурных и машиностроительных САПР. Первым практическим применением BIM-технологии можно считать систему RUCAPS, которую использовали при реконструкции терминала-3 лондонского аэропорта Хитроу в

середине 80-х годов. Активно ее начали применять с 2002 как основу программного обеспечения в архитектурных проектах, что обусловило развитие национальных нормативных документов, регламентирующих информационное моделирование, а в дальнейшем, и международные стандарты, [1, 2].

С 1985 г. в США создается глобальная автоматизированная система цифрового описания этапов проектирования, производства, эксплуатации утилизации продуктов военного назначения, т. е. технология информационной поддержки жизненного цикла изделия (Continuous



Acquisition and Lifecycle Support- CALS). В 1998г. машиностроительной компанией Dassault Systemes это понятие было сформулировано как технология управления объектом на всех этапах жизненного цикла (Product Lifecycle Management - PLM). Последнее время все активнее PLM-технологии применяют при проектировании машин, судов, оборудования нефтегазовой отрасли, в авиации и ракетостроении.

PLM-технологии позволяют значительно сократить проектные работы и повысить их качество, снизить риски при принятии решений и погрешности в расчетах смет, что значительно экономит материальные средства. Кроме того, повышается ответственность обслуживающих структур при эксплуатации объекта. Таким образом, предприятия, использующие PLM-технологии, получают значительные конкурентные преимущества и повышают профессиональную компетентность [3, 4].

3D-модель начинают формировать уже с технико-экономического обоснования объекта, далее усложняют и совершенствуют при проектировании, изготовлении образца и его испытаниях. При отработке и испытаниях технических устройств также все чаще применяют 3D-моделирование, что снижает расходы на натурные испытания и устранение ошибок при реализации проекта. Сегодня PLM - широко применяемая технология на предприятиях аэрокосмической, машиностроительной, оборонной, энергетических отраслей.

Концепция PLM предполагает

создание единой информационной базы, описывающей три основных компонента; продукт, процессы, ресурсы, взаимосвязи, создавая единую модель, обеспечивающую возможность оптимизации всей системы.

Сложнейшей задачей при информационном моделировании объекта является выработка методических и технологических основ преобразования проектной модели (САПР-модели) в эксплуатационную модель (ГИС-модель). При этом возникает подзадача: преобразование плоского координат пространства этапа проектирования глобальнокоординатное пространство этапа эксплуатации; изменение структуры модели (слоев) в связи разными поддерживающими их программными средствами; настройка средств отображения совмещение информационной составляющей геопространственной базы данных. Серьезной проблемой является совместимость множества управляющих систем, используемых в проекте. в этом случае необходимо разработать интегральную взаимодействия информационных систем разных классов в единой проектной парадигме [6]

В процессе проектирования создаются не только чертежи и описания будущего объекта, а и информационная модель, которая является общим ресурсом знаний для получения информации объекта, обеспечивая принятие оптимальных решений на всех этапах его жизненного цикла. Данная технология позволяет перейти к практике оптимизации проектных решений, исходя из имеющихся финансовых средств для



производства, эксплуатации и утилизации объекта.

Все это положено в основу методологии оценки жизненного цикла объекта (ЖЦО), получившей широкое распространение, согласно которой под моделирование подпадают все расходы на проект от концепции до утилизации объекта и предполагаемые доходы в течение его жизненного цикла [7]. С одной стороны, применение данной методологии может быть не вполне оправданным в силу долговечности многих машиностроительных объектов и высокого уровня неопределенности. Однако при правильном сочетании моментов проведения оценки и уровня ее детализации можно получить обоснованные результаты. По мере последовательного прохождения этапов жизненного цикла оценка уровня выполняется на момент разработки идеи проекта для принятия стратегического решения относительно проекта, то применяемая модель оценки будет максимально укрупненной, а значит, будет иметь минимальную стоимость. Если оценка проводится на этапе проектирования или производства, то уровень детализации и стоимость применяемой модели выше. Однако практика показала, чем раньше проводится оценка жизненного цикла объекта, тем эффективнее ее проведение ввиду получения больших доходов от объекта. Данная зависимость стоимости от времени называется эффектом фильтрации.

При оценке жизненного цикла объекта во время внедрения BLM возникает два вопроса: В какой момент проводить оценку? Каким должен быть горизонт расчета?

В зарубежных публикациях рекомендуется проводить оценку при стратегическом принятии решения о необходимости реализации проекта (укрупненная оценка) и при утверждении окончательной версии проекта и объемов финансирования [7].

Обоснованным горизонтом расчета считается срок до 20 лет, если только не имеются какие-то исключительные причины. Для России можно ориентироваться на средний срок экономического функционирования объектов аналогов, или нормированный срок существования создаваемого объекта.

Заметим, что повышение качества проекта (в данном случае информационной модели объекта, создаваемого с применением BLM-технологий) повышает затраты на его внедрение и снижает эксплуатационные расходы. Можно оценить общие затраты, связанные с внедрением технологий информационного моделирования, на всех этапах жизненного цикла объекта для их обоснования опоставления с ожидаемыми доходами от их применения.

Стоимость жизненного цикла технологии BLM включает в себя все затраты по внедрению (ее стоимость, сопутствующие единовременные расходы, эксплуатационные затраты).

При внедрении информационного моделирования должны учитываться и дополнительные затраты для смежных отраслей. Кроме того, следует также учитывать экологические, социальные качественные изменения, связанные с ее внедрением.

В работе [1] предлагается



инвестиции ВМ оценивать тремя составляющими:

затраты на реинжиниринг процессов предприятия, взаимодействия персонала и управления процессами;

затраты на создание новой организационной структуры с новым персоналом, обладающим новыми компетенциями, и изменения компетенций имеющегося персонала (тренинги, обучение)%; затраты на материально-техническое обеспечение (в том числе на программное обеспечение).

Для инвестора эти затраты опосредованно выражены стоимостью ВМ, т. е. в единовременных расходах на ранних этапах проекта, которые в сравнении с традиционным проектированием существенно увеличивают инвестиции. Эти затраты в совокупности с затратами на этапах производства и эксплуатации составляют стоимость жизненного цикла ВМ.

Если все эффекты (экономические и неэкономические) от внедрения ВМ представить материальными затратами и сопоставить их с затратами, то можно оценить экономическую эффективность от применения информационного моделирования. Для этого можно использовать традиционный показатель эффективности инвестиционных проектов в виде чистого дисконтированного дохода:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{CF_{iLC}}{(1+i)^n}$$

где NPV - чистый дисконтированный доход CF_{iLC} - суммарный денежный поток i -й этап

жизненного цикла объекта; i - ставка дисконта за этот этап; n - число этапов.

Следовательно, суммарный денежный поток можно отобразить выражением.

$$CF_{iLC} = I_{iLC} - C_{iLC} = (I_{экиLC} + C_{неэкиLC}) - C_{iLC}$$

Здесь CF_{iLC} - суммарный денежный поток за период i -го этапа жизненного цикла объекта; I_{iLC} - суммарный денежный приток за период i -го этапа жизненного цикла объекта; $I_{экиLC}$ - денежный приток от экономических эффектов при внедрении ВМ за i -й (прединвестиционный, инвестиционный или эксплуатационный этапы ИСП); C_{iLC} - монетизированные неэкономические эффекты от внедрения ВМ за i -й этап жизненного цикла объекта, к которым можно отнести затраты: на реинжиниринг процессов, на новые организационные структуры и персонал, на материально-техническое и программное обеспечение, на обслуживание ВМ-модели во время проектирования, строительства, эксплуатации, ликвидации объекта.

Для оценки неэкономических эффектов можно применять методы: выявления предпочтений, условной оценки, подстановки (переноса выгод), альтернативных издержек, которые используют для оценки готовности потребителя платить. Если эффекты этапах строительства, эксплуатации и ликвидации объекта затруднительно выразить денежном выражении, обоснования внедрения ВМ можно применять анализ множественных критериев, которые определяются экспертами с учетом специфики проекта.



References:

1. Бачурина С. С., Голосова Т. С. Инвестиционная составляющая проекта внедрения ВИМ-технологий // Вестник МГСУ. 2016. N 2, С. 126-134.
2. Особенности управления российскими инвестициями в инно-строительными проектами / И. Ресин, С. Бачурина, Н. Корягин и др. // Мир новой экономики. 2016. N 4. 115-126.
3. Скворцов А. В. ВИМ для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и автомобильных дорог. 2014. 1 (2). С. 8—11,
4. Талапов В. В. Основы ВИМ. Введение в информационное моделирование зданий, М.: ДМК Пресс, 2011. с.
5. Талапов В. В. ВИМ: что под этим обычно понима-
http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num-14078.
6. The Paradigm of the Integration of Different Types of Management Information Systems in Investment and Construction Company Implementing the Project Approach / Yu. Eroshkin, N. D. Koryagin, D. V. Kovkov and et. Pro-Cedia Computer Science, 103: 605-608, doi: 10.1016/5,procs. J
7. Каллаур Г. Ю., Папикян М. Анализ затрат жизненного цикла в управлении проектами, реализуемыми с применением ВИМ-технологий // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: VII Междунар. на практ. конф. "10-летие РЭУ им. Г. В. Плеханова" // Под ред. В. Ресина. М.: РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2017. С. 313-320.