

Лукьянчук В.В.¹ , Николаев И.М.² , Васильев В.А.³ , Запара Д.М.⁴ ,
Lukianchuk V., Nikolaiev I., Vasyliiev V., Zapara D.,
Фоменко Д.В.⁵ , Кобзев В.В.⁶ , Третьяк В.Ф.⁷ 
Fomenko D., Kobziev V., Tretiak V.

ОПИСАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ ОБОСНОВАНИЯ СТОИМОСТИ ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗЕНИТНОЙ РАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

DESCRIPTIVE MODEL OF THE PROBLEM OF JUSTIFICATION OF THE COST OF THE FULL
LIFE CYCLE OF A ZENITH ROCKET SYSTEM USING INFORMATION TECHNOLOGIES

АННОТАЦИЯ:

Предлагается описательная модель задачи обоснования стоимости полного жизненного цикла зенитной ракетной системы с использованием информационных технологий. Предлагается использовать комбинированный подход к обоснованию стоимости ЖЦ ЗРС, который

¹ доктор технических наук, старший научный сотрудник, начальник научно-исследовательского отдела научного центра Воздушных Сил
Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

² кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научного центра Воздушных Сил
Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

³ кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научного центра Воздушных Сил
Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

⁴ начальник научно-исследовательского отдела научного центра Воздушных Сил
Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

⁵ кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научного центра Воздушных Сил
Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

⁶ кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научного центра Воздушных Сил
Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

⁷ кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент, научный сотрудник научно-исследовательского отдела научного центра Воздушных Сил
Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

This work has been republished [without change]. First publication: Лукьянчук, В., Николаев, И., Васильев, В., Запара, Д., Фоменко, Д., Кобзев, В., & Третьяк, В. (2021). ОПИСАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ ОБОСНОВАНИЯ СТОИМОСТИ ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗЕНИТНОЙ РАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. *Грааль Науки*, (1), 144-153. DOI 10.36074/grail-of-science.19.02.2021.028.



предусматривает оптимальное сочетание различных методов обоснования стоимости разных стадий ЖЦ с использованием современных информационных технологий.

ВСТУП

Современные зенитные ракетные системы (ЗРС) относятся к сложным наукоемким изделиям военной техники, срок службы которых может достигать 30 и более лет. В связи с этим одной из важнейших характеристик ЗРС является величина затрат на поддержку их жизненного цикла (ЖЦ) [1-4]. В англоязычной литературе данные затраты обычно обозначаются аббревиатурой Life Cycle Cost (LCC) [1, 2, 9, 10]. Эти затраты складываются из затрат на предварительные исследования, разработку и производство изделия, а также затрат на ввод изделия в действие, применение по назначению, поддержание его в работоспособном состоянии и утилизацию по истечению срока службы [1-6].

В условиях рыночных отношений решения о разработке и закупке ЗРС конкретного типа принимается на основе технико-экономического обоснования стоимости ее полного ЖЦ. Своевременное прогнозирование стоимости ЖЦ ЗРС позволяет оценить риски и принять обоснованное решение о целесообразности участия в разработке и производстве ЗРС конкретного типа при заданных ограничениях финансовых и других ресурсов. Для разработки и производства сложных наукоемких образцов вооружения и военной техники (ВВТ), к которым относятся современные ЗРС, в развитых странах внедряется практика заключения контракта ЖЦ, когда с предприятиями промышленности заключается долгосрочный контракт на разработку, производство, сопровождение при эксплуатации, ремонт, сервисное обслуживание и утилизацию определенного образца вооружения [3-6]. Для оценки стоимости ЖЦ ЗРС в контрактах применяется ориентировочная (уточняемая) цена, которая складывается из суммы ориентировочных цен по отдельным стадиям ЖЦ.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Высокая технологическая сложность современных ЗРС обуславливает необходимость совершенствования научно-методического подхода к обоснованию стоимости ЖЦ ЗРС. В связи с этим в настоящее время актуальное значение приобрела задача разработки новых подходов к оценке стоимости ЖЦ ЗРС, учитывающих как ресурсные и временные

ограничения, так и необходимость повышения качества создаваемых изделий.

Анализ предметной области исследования [3-13] показал, что в имеющейся отечественной и зарубежной научной литературе отсутствуют публикации, в которых исследуются вопросы, связанные с обоснованием (оценкой) стоимости ЖЦ ЗРС средней и большой дальности. Исходя из этого, в данной работе проанализированы основные стадии ЖЦ ЗРС, а также представлен подход к обоснованию стоимости жизненного цикла ЗРС с использованием информационной поддержки на базе современных информационных технологий.

Обоснование стоимости ЖЦ ЗРС является важнейшим этапом поддержки принятия решения о разработке (закупке) ЗРС, а точность расчетов и объективность оценки стоимости ЖЦ напрямую влияет на правильность принятия решения. В общем случае при обосновании (оценке) стоимости полного ЖЦ ЗРС должны учитываться затраты на выполнение следующих работ [3-5, 7, 10]: выполнение исследований по обоснованию оперативно-тактических требований и концепции создания ЗРС; выполнение проектных и конструкторских работ по подтверждению технической реализуемости концепции ЗРС (адаптация созданного фундаментального научно-технического задела применительно к разрабатываемой ЗРС, разработка аванпроекта); выполнение исследований по обоснованию требований к основным тактико-техническим (ТТХ) и эксплуатационно-техническим (ЭТХ) характеристикам ЗРС, задаваемых в тактико-техническом задании (ТТЗ) на опытно-конструкторскую работу (ОКР); выполнение эскизного и технического проектирования ЗРС; разработка рабочей конструкторской документации; проведение предварительных и государственных испытаний (наземных и летных) ЗРС; освоение производства и выпуск установочной партии ЗРС; серийное производство ЗРС; эксплуатация ЗРС в течение установленного срока службы; модернизация ЗРС; снятие с производства, снятие с эксплуатации, хранение на базах резерва и утилизация ЗРС или ее основных составных частей.

Обоснование стоимости ЖЦ ЗРС осуществляется с целью получения исходных данных для выработки решений, принимаемых на всех или отдельных этапах и стадиях ЖЦ. На основе этих данных решается задача оптимизации процедур выбора варианта, который будет обеспечивать наибольшую эффективность ЗРС за весь расчетный период.

Задачами обоснования стоимости ЖЦ ЗРС являются: оценка затрат,



способных оказывать наиболее существенное влияние на стоимость полного ЖЦ ЗРС или представляющих особый интерес для решения определенных задач;

- оценка и оптимизация затрат на создание, развитие и обеспечение заданных требований к ЗРС на разных стадиях ЖЦ; сравнительная оценки вариантов технических и технологических решений и выбор наиболее эффективного варианта ЗРС, при котором обеспечивается достижение необходимых показателей эффективности ЗРС при минимизации расходов на создание и эксплуатацию изделия.

В основу обоснования стоимости ЖЦ ЗРС конкретного типа должна быть положена сегментация ЖЦ на стадии, к которым относятся [1, 2, 4]:

- 1) стадия замысла (обоснования разработки);
- 2) стадия разработки;
- 3) стадия производства;
- 4) стадия эксплуатации (использования изделия по назначению);
- 5) стадия поддержания изделия в исправном состоянии;
- 6) стадия утилизации.

Каждая стадия отвечает определенному изменению состояния изделия в ходе его эволюции.

Стадия замысла включает такие этапы, как определение общей концепции разработки ЗРС конкретного типа, научно-технические исследования учитываемых характеристик, определение основных составных частей ЗРС и их характеристик, разработка аванпроекта, формирование тактико-технических требований.

Стоимость стадии замысла определяется стоимостью теоретических и экспериментальных исследовательских работ, целью которых является создание объектно-ориентированного научно-технического задела (НТЗ), разработка новых технических решений и перспективных технологий, обоснование концепции создания ЗРС конкретного типа, оптимизация сочетания тактико-технических и эксплуатационных характеристик ее составных частей и комплектующих изделий.

Облик ЗРС, сформированный на стадии замысла, задает начальные условия для расчета стоимости остальных стадий ее ЖЦ.

Стоимость стадии разработки включает затраты на выполнение эскизного и технического проектов ЗРС, разработку рабочей конструкторской документации (РКД), изготовление опытного образца (опытной партии), предварительные (доводочные, заводские) испытания, летно-конструкторские испытания (ЛКИ) ЗУР, государственные

(государственные совместные) испытания, корректировку РКД по результатам испытаний.

На стоимость жизненного цикла ЗРС влияют тактические, технические и эксплуатационные параметры, представленные в тактико-техническом задании (ТТЗ) на разработку изделия. В связи с этим обоснование (оценка) стоимости жизненного цикла ЗРС является сложной задачей, при решении которой необходимо учитывать большое количество различных экономических показателей и характеристик ЗРС. Сложность получения достоверных прогнозных оценок стоимости ЖЦ ЗРС на стадии разработки обусловлена следующими факторами [8]:

- сложность определения ожидаемых затрат на создание составных частей и комплектующих изделий ЗРС с высокой степенью новизны (по которым ведутся опытно-конструкторские работы);
- многомерность и сложность взаимосвязей составных частей и комплектующих изделий ЗРС;
- наличие множества возможных вариантов технических решений на каждом этапе создания составных частей и комплектующих изделий ЗРС;
- внесение в процессе создания составных частей и уникальных комплектующих изделий многочисленных конструктивных и технологических изменений, приводящих к отклонениям прогнозных оценок и реальных значений технико-экономических показателей стоимости ЖЦ ЗРС от запланированных показателей.

Стоимость стадии производства определяется затратами на технологическую подготовку и развертывание серийного производства ЗРС и комплектующих изделий, испытания серийных изделий с целью контроля качества серийного производства; поставку изделия заказчику, снятие изделия с серийного производства. Для обоснования (оценки) затрат на данной стадии необходимо иметь данные об объеме выпуска продукции.

Стоимость стадий эксплуатации и поддержания ЗРС в исправном состоянии определяется стоимостью работ и средств, необходимых для поддержания ЗРС в технически исправном состоянии, подготовки к применению и применению ЗРС по назначению, то есть всех видов затрат на эксплуатационной стадии жизненного цикла ЗРС, включая затраты на техническое обслуживание, разные виды ремонтов и модернизацию. Для обоснования (оценки) затрат на данных стадиях необходимо иметь данные о количестве ЗРС конкретного типа и о принятой системе их технической эксплуатации и ремонта.

При обосновании стоимости стадий производства и эксплуатации



следует учитывать, что длительность соответствующих этим стадиям процессов зависит от численности ЗРС в группировке зенитных ракетных войск (ЗРВ), в связи с чем время ЖЦ одной конкретной ЗРС не равно времени существования некоторой их совокупности (однородной группировки). Увеличение длительности производства и эксплуатации ЗРС неизбежно приведет к увеличению стоимости ЖЦ ЗРС вследствие протекания в экономике инфляционных процессов.

Стадия изъятия включает затраты на утилизацию изделия, к которым относятся затраты на выполнение НИР по исследованию путей и способов утилизации составных частей ЗРС, их хранение и транспортировку к местам утилизации, подготовку демонтажу и демонтаж составных частей ЗРС, выделение лома и отходов, содержащих драгоценные металлы, вывоз лома и отходов.

Стоимость первых трех стадий ЖЦ ЗРС определяет для потребителя (заказчика) суммарную стоимость приобретения изделия, а стоимость вторых трех стадий определяет суммарную стоимость владения и утилизации ЗРС.

Стадии замысла и разработки обычно объединяют в одну стадию разработки. В этом случае стоимость жизненного цикла ЗРС складывается из стоимости разработки, стоимости серийного производства, стоимости эксплуатации и стоимости утилизации, распределенных по годам жизненного цикла. При обосновании стоимости ЖЦ затраты на указанных стадиях должны учитываться с учетом дисконтирования.

Обоснование стоимости ЖЦ ЗРС осуществляется на этапе приобретения. В этом случае стоимости ЖЦ ЗРС определяется по формуле [9]:

$$C_{ЖЦЗРС} = C_{пр} + \sum_{t=1}^T (I_t + K_t \pm L_t) \times \alpha_t, \quad (1)$$

где $C_{пр}$ - цена приобретения изделия; I_t - годовые эксплуатационные расходы некапитального характера; K_t - сопутствующие единовременные затраты (капитальные вложения), связанные с внедрением ЗРС в эксплуатацию; L_t - ликвидационная стоимость изделия; t - текущий год эксплуатации; T - конечный год эксплуатации (срок службы изделия); α_t - коэффициент дисконтирования.

Сложность задачи обоснования стоимости ЖЦ ЗРС конкретного типа обусловлена тем, что в состав ЗРС входит большое количество боевых и

технических средств различного функционального назначения, которые относятся к сложным изделиям с длительными сроками службы [14]. Например, в качестве составных частей в ЗРС средней и большой дальности используются радиолокационные станции (РЛС) обнаружения, опознавания и сопровождения целей кругового ((КО) и секторного обзора (СО), многофункциональные (МФ) РЛС наведения ракет, автоматизированные пункты боевого управления (ПБУ), многозарядные пусковые и пуско-заряжающие установки (ПУ, ПЗУ), зенитные управляемые ракеты (ЗУР), средства технического обеспечения, в состав которых входят радиоэлектронные, электромеханические и механические комплектующие изделия, устройства и узлы. Структурная схема ЗРС как объекта оценки стоимости ЖЦ приведена на рисунке 1.

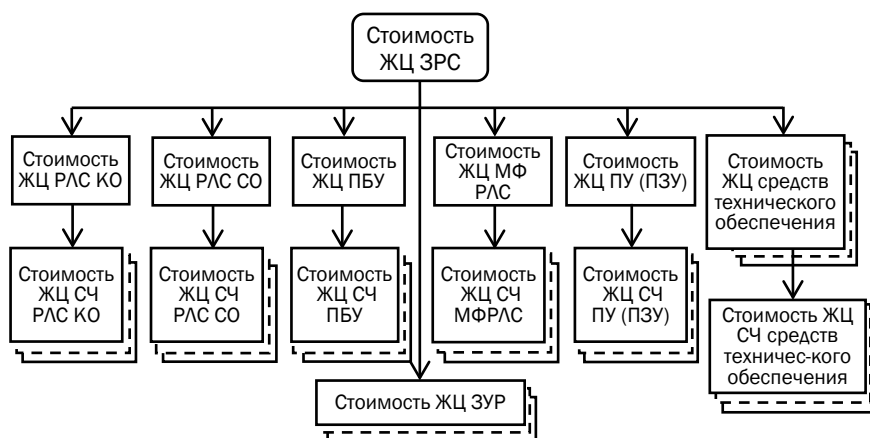


Рис. 1. Структурная схема модели стоимости ЖЦ ЗРС

Из рисунка 1 следует, что стоимость ЖЦ ЗРС $C_{ЖЦ\ ЗРС}$ складывается из стоимостей ЖЦ боевых и технических средств ЗРС:

$$C_{ЖЦ\ ЗРС} = \sum_{j=1}^M C_{ЖЦ\ j} = \sum_{j=1}^M (C_{зj} + C_{pj} + C_{пj} + C_{эj} + C_{прсj} + C_{yj}) \quad (2)$$

где M - количество составных частей ЗРС, $C_{ЖЦ\ j}$ - стоимость ЖЦ j -й составной части ЗРС, которая, в свою очередь состоит из суммы стоимостей работ, которые должны выполняться на стадиях замысла $C_{зj}$,

разработки C_{PJ} , производства $C_{ПJ}$, эксплуатации $C_{ЭJ}$, поддержания в работоспособном состоянии $C_{ПРСJ}$ и утилизации $C_{УJ}$.

Стоимости составных частей $C_{ЖЦJ}$ ЗРС складывается из стоимости их проектирования и изготовления, стоимости выполнения функции (предназначения), а также и стоимости восстановления работоспособности (боеспособности) элементов на различных этапах ЖЦ ЗРС.

Обоснование (оценку) стоимости ЖЦ ЗРС целесообразно проводить за некоторый программный период $T_{ПР}$, продолжительность которого определяется следующим образом:

$$T_{ПР} = T_P + T_{П} + T_{Э} + T_{У}, \quad (3)$$

где T_P - время разработки ЗРС (от начала исследований концепции до завершения государственных испытаний); $T_{П}$ - время серийного производства ЗРС от первого до последнего образца; $T_{Э}$ - время эксплуатации ЗРС до передачи последнего из них на базу хранения; $T_{У}$ - время утилизации ЗРС.

Оснащение парка новыми ЗРС может потребовать дополнительных затрат $C_{доп}$ на развитие инфраструктуры $C_{инф}$, переподготовку инженерно-технического состава $C_{ИТС}$, создание необходимых запасов соответствующих ранее не использовавшихся материально-технических средств $C_{зап}$.

Тогда стоимость ЖЦ ЗРК можно записать можно выразить следующим образом:

$$C_{\Sigma ЗРС}(T_{ПР}) = C_{ЖЦЗРС} + C_{доп}, \quad (4)$$

где

$$C_{доп} = C_{инф} + C_{ИТС} + C_{зап}. \quad (5)$$

Разработка ЗРС носит итеративный характер и заключается в последовательном уточнении состава, тактико-технических и эксплуатационных характеристик на основе теоретических и

экспериментальных оценок эффективности ЗРС в прогнозируемых условиях ведения боевых действий. Выбор оптимального варианта облика и концепции создания ЗРС конкретного типа, в состав которой входит большое число составных частей разного функционального назначения, требует больших затрат времени, интеллектуальных и финансовых ресурсов. Для их сокращения необходимо, использовать подходы, базирующиеся на современных информационных технологиях [8].

Для обоснования стоимости ЖЦ ЗРС с использованием современных информационных технологий необходимо создание единой информационной среды (ЕИС), охватывающей все стадии ЖЦ изделия и позволяющей осуществлять взаимодействие с другими технологиями ЖЦ, такими как управление требованиями, конфигурацией и стоимостью изделия. ЕИС является базовым понятием CALS-технологий, представляет собой хранилище данных в распределенной компьютерной системе, объединяющей подразделения заказчика, разработчика, изготовителя и эксплуатанта ЗРС для информационного сопровождения ЖЦ изделия. Данная информационная технология должна обеспечивать информационную поддержку процессов и технологий, используемых при разработке, производстве и эксплуатации боевых и технических средств (составных частей) ЗРС [14].

Для управления стоимостью ЖЦ ЗРС с использованием технологии ЕИС информационная система должна получать следующую информацию: требования к ЗРС и ее структуре, а так же об их изменениях; варианты удовлетворения требований к ЗРС, включая их технико-экономические параметры; сведения о рисках, связанных с созданием изделия; сценарии эксплуатации изделия; длительность процессов проектирования, производства и эксплуатации (обслуживания) ЗРС и ее составных частей.

Как показывает опыт ведущих зарубежных стран, обоснование стоимости ЖЦ ЗРС в рамках ЕИС требует внедрения интеллектуальных инструментальных средств, реализующих концепцию PLM (Product LifeCycle Management) и обеспечивающих управление всей информацией об изделии и процессах его ЖЦ.

Для обоснование стоимости ЖЦ в зависимости от объема априорной информации о разрабатываемом изделии могут использоваться различные методы. В настоящее время при определении стоимости ЖЦ ЗРС могут использоваться используют следующие методы [3, 4, 9-13]: калькуляционный метод, позволяющий оценить стоимость ЖЦ ЗРС по всей совокупности работ на всех стадиях ЖЦ; аналого-сопоставительный метод,



основанный на определении стоимости ЖЦ ЗРС по данным имеющихся аналогов; метод регрессионного анализа, заключающийся в определении зависимости стоимости ЖЦ от значений тактико-технических и эксплуатационных характеристик ЗРС; метод экспертных оценок (балльный метод), заключающийся в определении для каждой ТТХ числа баллов с последующим их суммированием при интегральной оценке стоимости.

Калькуляционный метод основан на прямом калькулировании по статьям затрат каждого оцениваемого объекта затрат и его составной части. Для его использования требуются полные и подробные данные о нормативах затрат на разработку, производство и эксплуатацию, а также актуальная стоимость используемых ресурсов. Метод характеризуется высокой трудоемкостью и требованиями к наличию и качеству исходных данных. Применение данного метода затруднительно при прогнозировании стоимости этапов ЖЦ ЗРС с высоким уровнем новизны. Данный метод дает высокую точность оценки, однако он может применяться только после разработки рабочей конструкторской документации, т. е. когда изделие полностью спроектировано и может быть передано в изготовление на производство.

Использование калькуляционного метода невозможно на ранних стадиях ЖЦ ЗРС в связи с отсутствием конструкторской документации. Поэтому для оценки стоимости ЖЦ ЗРС на ранних стадиях целесообразно использовать другие методы (аналого-сопоставительный метод, метод регрессионного анализа, экспертный метод и т. д.), которые обладающие большей неопределенностью, но позволяют сформировать целевые экономические показатели, к которым необходимо стремиться при изготовлении изделия.

Аналого-сопоставительный метод предполагает оценку стоимости ЖЦ ЗРС путем сравнения и оценки аналогичных элементов статей затрат изделий аналогов и используемых в них технологий. Преимуществами данного метода являются относительная простота и скорость проведения оценки. На степень точности данного метода оказывает существенное влияние объективность и глубина аналогии сравниваемых изделий и затрат.

Для компенсации недостатков, присущих отдельным методам, возможно применение комбинированных методик оценки стоимости ЖЦ ЗРС, что позволит минимизировать степень неопределенности на ранних стадиях ЖЦ, учесть в расчете стоимости специфические характеристики ЗРС конкретного типа.

Следует отметить, что выбор метода обоснования стоимости ЖЦ ЗРС

должен осуществляться с учетом исходных данных, необходимых и достаточных для проведения оценки стоимости ЖЦ ЗРС. Исходные данные в свою очередь определяются стадией ЖЦ ЗРС и зависят от видов затрат, возможных к возникновению на каждой стадии в отдельности.

ВИСНОВКИ

Таким образом, стоимость жизненного цикла ЗРС складывается из стоимости приобретения, стоимости владение и стоимости утилизации, распределенных по годам жизненного цикла. Обоснование стоимости ЖЦ ЗРС является важнейшим этапом поддержки принятия решения о разработке (закупке) ЗРС, а точность расчетов и объективность оценки стоимости ЖЦ напрямую влияет на правильность принятия решения. Основной целью обоснования стоимости ЖЦ ЗРС является получение исходных данных для выработки решений, принимаемых на всех или отдельных стадиях ЖЦ изделия.

Обоснование стоимости ЖЦ ЗРС представляет собой процесс экономического анализа, который может быть проведен как для жизненного цикла ЗРС в целом, так и для его отдельных составных частей в различных комбинациях. Для достижения максимального эффекта такого анализа предлагается использовать комбинированный подход к обоснованию стоимости ЖЦ ЗРС, который предусматривает оптимальное сочетание различных методов обоснования стоимости разных стадий ЖЦ с использованием современных информационных технологий.

REFERENCES:

- [1] RTO TR-SAS-054. 2007. Methods and models for life cycle costing RTO-SAS-054 Task Group Technical Report.
- [2] RTO TR-SAS-069. 2009. Code of practice for life cycle costing RTO-SAS-069 Task Group Technical Report. www.rto.nato.int.
- [3] Голубев С. С., Кукушкина Г. Р. Проблемы развития системы управления полным жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники // Экономика высокотехнологичных производств. – 2020. – Том 1. – № 4. – С. 183-196. – doi: 10.18334/evp.1.4.111157.
- [4] Доброва К. Б., Лютова Е. А. Общая постановка задач развития экономических механизмов управления жизненным циклом вооружений, военной и специальной техники // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Том 10. – № 1. – С. 375-386. doi:10.18334/vinec.10.1.100023.
- [5] Ростовцев С. А. Формирование контракта жизненного цикла продукции ОПК / Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2018 –



- C. 96-100. file:///D:/Users/Admin/Downloads/formirovanie-kontrakta-zhiznennogo-tsikla-produktsii-opk%20(1).pdf.
- [6] Опрышко Н. В. Лычагина Д. А. Сравнительный анализ бизнес-моделей жизненного цикла в отечественной и зарубежной практиках / Московский экономический журнал. – 2020. – № 7. – С. 372-379. DOI 10.24411/2413-046X-2020-10489.
- [7] Тихонов А. И., Лазников Н. М., Зуева Т. И. Применение показателя стоимости жизненного цикла инновационного изделия на авиапромышленном предприятии / Электронный журнал «Труды МАИ» – 2013. – Выпуск № 70. – С. 1-19. <http://trudymai.ru/upload/iblock/ec5/ec57f022968dbf7727bb59026dda1344.pdf>.
- [8] Третьяков О. В. Математическая модель оценки стоимости основных этапов жизненного цикла корабля с использованием систем информационной поддержки / Программные продукты и системы. – 2014. – № 2. – С. 125-130. file:///D:/Users/Admin/Downloads/matematiceskaya-model-otsenki-stoimosti-osnovnyh-etapov-zhiznennogo-tsikla-korablya-s-ispolzovaniem-sistem-inform.
- [9] Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта (основные положения). <http://ipem.ru/images/stories/Files/lcc/llc%20methodology%20rzd.pdf>.
- [10] Шнягина Т. Ю., Шаменок Д. С., Каледина Э. В., Землянухин К. Ю. Перспективы развития технологии управления стоимостью жизненного цикла изделия. / ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». – 2018. – С. 286-293. <http://book.sarov.ru/wp-content/uploads/2018/12/16-molodej-v2-2018-58.pdf>.
- [11] Панов В. В. Формирование рационального облика перспективных авиационных ракетных систем и комплексов. Справочное издание // В. В. Панов, Г. И. Горчица, Ю. П. Балыко, О. В. Ермолин, В.А. Нестеров, М. Ю. Куприков, Л. В. Маркин — М.: Машиностроение. – 2010. — 608 с. <https://www.twirpx.com/file/2477387/>.
- [12] Ростовцев С. А. Основные методы и модели определения стоимости жизненного цикла продукции ОПК / Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2017. – С. 42-47. file:///D:/Users/Admin/Downloads/osnovnyye-metody-i-modeli-opredeleniya-stoimosti-zhiznennogo-tsikla-produktsii-opk%20(4).pdf.
- [13] Быков В. А., Парненко А. А., Парненко А. Е., Шариков А. В. Подход к формированию методики оценки стоимости жизненного цикла беспилотного воздушного судна вертолетного типа / Радиопромышленность. – 2020. – Т. 30. – № 4. – С. 62-71. DOI: 10.21778/2413-9599-2020-30-4-62-71.
- [14] Зубарев В. В., Ланецкий Б. М., Лук'янчук В. В., Ніколаєв І. М. Системно-концептуальні аспекти управління повним життєвим циклом системи зенітного ракетного озброєння // Озброєння та військова техніка. – 2020. – №2 (26). – С. 3-12. DOI: [https://doi.org/1034169/2414-0651.2020.2\(26\).3-12](https://doi.org/1034169/2414-0651.2020.2(26).3-12).