

Д.Н. Гула, кандидат технических наук  
М.А. Марченко, кандидат технических наук, доцент

### **Алгоритм технико-экономического обоснования необходимости внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов наземной космической инфраструктуры космодромов**

*В статье представлен алгоритм технико-экономического обоснования необходимости дальнейшей эксплуатации объектов гостехнадзора (грузоподъемных механизмов) стартовых и технических комплексов космических войск.*

Космические войска на сегодня являются одним из наиболее динамично развивающихся родов войск. Бурное развитие информационных технологий, их интенсивное внедрение в войска приводит к существенному возрастанию зависимости действий Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) на суше, на море и в воздухе от действий в космосе. Космические средства становятся не только неотъемлемой информационной частью военной мощи ведущих мировых государств, но и составной частью систем вооружения.

Опыт военных конфликтов последних десятилетий XX века и начала XXI века свидетельствует о возрастающей зависимости эффективности операций на всех театрах военных действий от обеспечивающих космических систем. В этих условиях военно-космическая деятельность приобретает исключительную важность и становится одним из факторов, оказывающих существенное влияние на эффективность боевого применения группировок войск и систем оружия во всех сферах вооруженной борьбы.

В Основах политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2020 года определено, что главными целями космической политики являются создание новых, модернизация и развитие имеющихся объектов военной инфраструктуры космических войск Воздушно-космических сил ВС РФ. Достижение данных целей космической деятельности неразрывно связано с проблемой обеспечения безопасности эксплуатации вооружения и военной техники (ВВТ), которая существовала всегда, но на современном этапе существенно обострилась.

Здесь необходимо отметить, что основой деятельности по обеспечению безопасной эксплуатации ВВТ, а также одним из первых ее этапов является определение текущего технического состояния образцов техники и мониторинг его изменения в процессе эксплуатации. Одним из ключевых критичных элементов практически всех видов ракетно-космической техники (РКТ) являются металлические конструкции (МК). К типовым МК относятся элементы технологического оборудования стартовых и технических комплексов, подъемных сооружений, котлов, трубопроводов и оборудования, работающего под давлением. В связи с этим особого внимания требуют вопросы определения состояния металлоконструкций [1].

Общей тенденцией при эксплуатации технических объектов РКТ является стремление максимально использовать их ресурс, что увеличивает долю технических объектов с длительными сроками эксплуатации, как правило, превышающими первоначально установленные показатели назначенного ресурса и срока службы. Особенно это характерно для входящих в состав РКТ грузоподъемных сооружений. В то же время при длительной эксплуатации в элементах технических объектов происходит накопление повреждений, вызванных различными деградационными

процессами [2]. Для снижения неопределенности в состоянии МК требуется проведение мероприятий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы. Это, в свою очередь, требует определенных финансовых затрат. Встает вопрос о необходимости проведения сравнительного анализа затрат на продление ресурса и замену оборудования на новое<sup>1</sup>.

На основании изложенного можно сделать вывод об актуальности разработки алгоритма, позволяющего определить целесообразность внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов наземной космической инфраструктуры космодромов.

Сбор исходных данных для реализации предложенного в данной статье алгоритма подразумевает получение ответов на следующие вопросы:

- общее количество объектов Ростехнадзора (ОГТН);
- количество ОГТН по видам и типам;
- определение сроков эксплуатации (если есть необходимость);
- определение сроков изготовления;
- изучение принципа действия и конструктивных особенностей системы или агрегата, в состав которого входят ОГТН;
- определение, к какому виду относятся ОГТН;
- определение периодичности проведения работ по продлению ресурса и срока службы ОГТН;
- определение необходимости разработки методик обследования и программ по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов;
- определение видов рабочих тел и их параметров (для оборудования, работающего под давлением).

Средняя стоимость разработки нового оборудования рассчитывается следующим образом:

$$C_{npt} = C_{pc} + C_{np} + C_{mo} + C_{cc} + C_{эс}, \quad (1)$$

где  $C_{npt}$  – средние расходы на производство техники;

$C_{pc}$  – средние расходы на разработку вооружения системы;

$C_{np}$  – средние расходы на производство вооружения;

$C_{mo}$  – средние расходы на производство технологического оборудования;

$C_{cc}$  – средние расходы на строительство сооружений;

$C_{эс}$  – средние расходы на эксплуатацию системы.

$$C_{no} = \frac{C_{npg}}{N_{npg}}, \quad (2)$$

где  $C_{no}$  – средняя стоимость применяемого вооружения;

$C_{npg}$  – средняя стоимость программы вооружения по данным КВ;

$N_{npg}$  – число единиц вооружения, предназначенных программой.

$$C_{бз} = C_{no} \cdot N_{бз}, \quad (3)$$

где  $C_{бз}$  – стоимость выполнения боевой задачи;

$N_{бз}$  – число единиц вооружения, необходимых для выполнения боевой задачи.

$$C_{эк} = C_{эк} (A_{(к)}^{эк}), \quad (4)$$

1 Приказ Ростехнадзора от 12 ноября 2013 г. № 533 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения»; приказ Ростехнадзора от 25 марта 2014 г. № 116 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

где  $C_{эк}$  – средняя стоимость элемента вооружения;

$A_{(к)}^{ЭК}$  – эксплуатационно-технические характеристики элемента комплекта вооружения.

Полные затраты  $C_{np}$  вычисляются следующим образом:

$$\dot{C}(t) = \sum_{i=1}^3 \dot{C}_i(t), \quad (5)$$

$$C_{np} = \int_{tn}^{tk} \dot{C}_1(t) dt + \int_{tn}^{tk} \dot{C}_2(t) dt + \int_{to}^{tk} \dot{C}_3(t) dt + C_{косв}^{\Sigma} + C_{сопр}^{\Sigma} + C_{сопум}^{\Sigma}, \quad (6)$$

где  $C_1 = C_n$  – затраты на этапе проектирования;

$C_2 = C_u$  – затраты на этапе изготовления;

$C_3 = C_э$  – затраты на этапе эксплуатации;

$C_{косв}^{\Sigma}$  – суммарные косвенные затраты;

$C_{сопр}^{\Sigma}$  – суммарные сопряженные затраты;

$C_{сопум}^{\Sigma}$  – суммарные сопутствующие затраты;

$\dot{C}_i(t)$  – интенсивность затрат на  $i$ -м этапе;

$tn, to, tk$  – соответственно моменты начала жизненного цикла системы, ввода ее в эксплуатацию и снятия с эксплуатации (окончания жизненного цикла системы).

Алгоритм технико-экономического обоснования необходимости внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей и срока службы грузоподъемных механизмов приведен на рисунке 1.

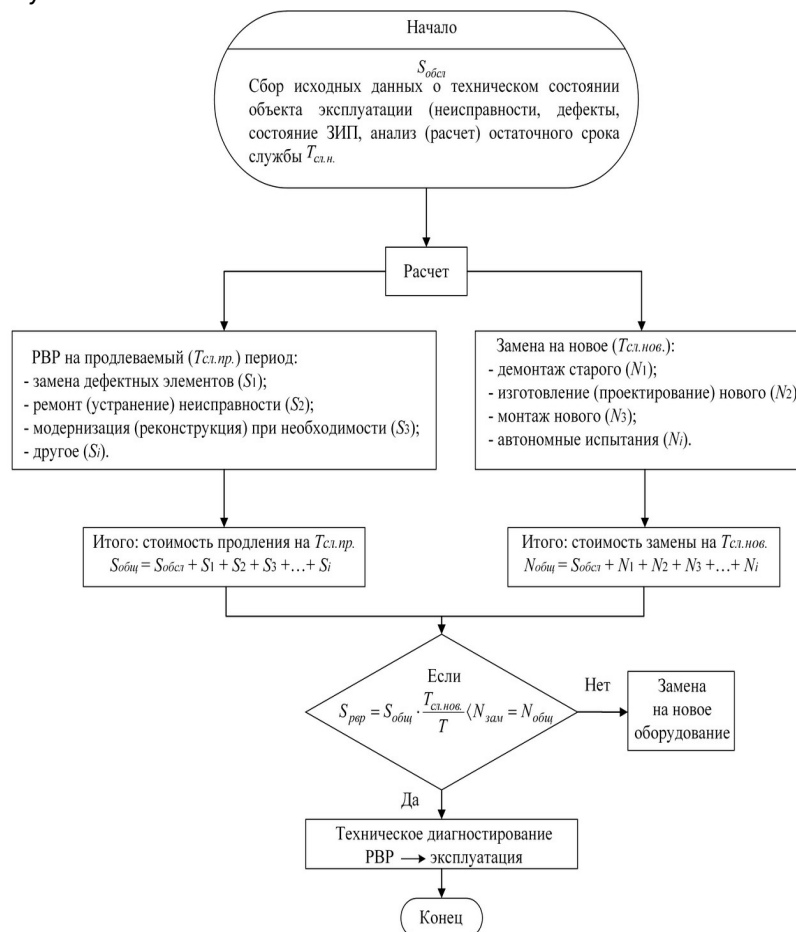


Рисунок 1 – Алгоритм технико-экономического обоснования необходимости внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы

### грузоподъемных механизмов

В алгоритме производится сравнение затрат на поставку нового оборудования либо ремонтно-восстановительные работы (РВР) используемого оборудования. В основу алгоритма заложена стоимость обследования  $S_{обсл}$  инновационными методами неразрушающего контроля ВВТ.

**Вывод:** Разработанный алгоритм позволяет оперативно и без дополнительных затрат:

- проводить сравнительный анализ затрат на продление ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов или на замену грузоподъемных механизмов при проведении ремонтно-восстановительных работ;
- являясь элементом системы поддержки принятия решения, обеспечить обоснованный выбор эксплуатационных мероприятий для обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов;
- обеспечить обоснованное внедрение новых технологий технического диагностирования по продлению ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов в практику эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры космодромов для снижения расходов на проведение ремонтно-восстановительных работ.

### Список использованных источников

1. Гузенко В.Л., Косьмин Г.В. Обеспечение безопасности эксплуатации объектов гостехнадзора: Учебное пособие. Ч. 1. – М.: Министерство обороны РФ, 2002. – 153 с.
2. Полупан А.В. Повышение безопасности эксплуатации металлоконструкций ракетно-космической техники. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2006. – 278 с.