

# Методический подход к оценке экономической и технико-экономической эффективности метрологического обеспечения техники

## Methodological approach to assessing the economic and technical and economic efficiency of metrological support of technology

УДК 338.4; 006.91

Получено: 15.07.2020

Одобрено: 01.08.2020

Опубликовано: 25.08.2020

**Деев В.Н.**

Старший научный сотрудник 27 ЦНИИ МО РФ  
e-mail: deev.vn@yandex.ru

**Deev V.N.**

Senior Researcher, 27 Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation  
e-mail: deev.vn@yandex.ru

**Гапов М.Р.**

Канд. экон. наук, заместитель министра экономического развития Карачаево-Черкесской республики  
e-mail: mgarov@gmail.com

**Garov M.R.**

Candidate of Economic Sciences, Deputy Minister of Economic development of the Karachay-Cherkess Republic  
e-mail: mgarov@gmail.com

### **Аннотация**

Представлена новая методика оценки изменения затрат на эксплуатацию образцов техники и объектов вследствие реализации различных вариантов их метрологического обеспечения. Методика направлена на формирование экономически целесообразных управленческих решений по реализации мероприятий метрологического контроля.

**Ключевые слова:** образец техники, стоимость эксплуатации, технико-экономическая эффективность, метрологическое обеспечение.

**Annotation.** A new methodology for assessing the change in operating costs for equipment and objects as a result of the implementation of various options for their metrological support is presented. The methodology is aimed at forming economically feasible management decisions for the implementation of metrological control measures.

**Key words:** Sample of equipment, cost of operation, technical and economic efficiency, metrological support.

### **Введение**

В современных условиях проектирование, производство и эксплуатация образцов техники и объектов производится с обязательным обоснованием их технико-

экономической эффективности [1–12]. Учитывая, что стоимость эксплуатации современных образцов техники и объектов существенно превосходит стоимость самого образца [13–18], то экономический эффект, в сфере эксплуатации образцов техники и объектов, в значительной степени зависит от многих факторов, включая:

- уровень научной обоснованности принимаемых управленческих решений [32];
- степень новизны осуществляемых технико-технологических разработок [33];
- уровень эффективности применяемых технологий проектного управления [34];
- развитость инструментов управления качеством, включая вопросы реализации норм и правил метрологического обеспечения [35].

Метрологическое обеспечение техники – это установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства, требуемых точности, полноты, своевременности, оперативности измерений и достоверности контроля параметров и тактико-технических (технических) характеристик техники и объектов [19].

#### **Постановка задачи исследования**

Для повышения технико-экономической эффективности образца техники или объекта на основе метрологического обеспечения необходимо решать следующие задачи [20–25]:

- определение изменений показателей качества образца техники или объекта, в зависимости от реализации различных вариантов метрологического обеспечения с учетом контроля параметров;
- определение изменений затрат на эксплуатацию образца техники или объекта в зависимости от рассматриваемых вариантов метрологического обеспечения;
- принятие решения по использованию наиболее эффективного варианта контроля с учетом затрат на эксплуатацию образца.

Основу решения этих задач составляет предложенный в статье методический подход.

#### **Описание методического подхода**

В [26] приведены основные расчетные соотношения для оценки эффективности мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения образца техники или объекта с учетом продолжительности контроля.

Продолжительность контроля  $tK$  определяется с использованием следующих формул:

- а) когда контролируется один параметр,

$$tK = tИ + tP + tO, \quad (1)$$

где  $tИ$  – продолжительность измерения;

$tP$  – продолжительность принятия решения;

$tO$  – непроизводительный расход времени (подготовка к измерениям, прогрев и т.д.);

- б) в случае последовательного контроля  $n$  параметров,

$$t^*K = n (t^*И + t^*P + t^*O), \quad (2)$$

где  $t^*И$ ,  $t^*P$ ,  $t^*O$  – средние значения величин;

- в) в случае параллельного контроля  $r$  групп параметров,

$$t_k = \max\{ tKi \}, \quad i = 1, 2, \dots, r, \quad (3)$$

где  $tKi$  – продолжительность контроля параметров  $i$ -й группы, которую рассчитывают с использованием предыдущего выражения;

г) в сложных образцах техники и объектов продолжительность контроля  $t_k$  определяется затратами времени на подготовительные и заключительные работы ( $tПОДГ$ ,  $tЗАКЛ$ ), на неизмерительный контроль  $tH$ , числом измеряемых параметров  $n$  и продолжительностью измерения одного параметра  $ti$  при этом, одновременно могут измеряться несколько параметров, то в этом случае общее время контроля работоспособности составит

$$t_k = t_H + \frac{1}{K_0} \left[ \frac{n_{BH}}{n_{BH_i}} (t_{\text{подг}} + t_{\text{закл}}) + t_i \text{РСИ} (n_{BH_i} + 1) + (n_{BH_i} + 1)(t_i + t_B)(1 - \text{РСИ}) \right] \quad (4)$$

где  $K_0$  – коэффициент одновременности, характеризующий среднее число одновременно измеряемых параметров;

$n_{BH}$  – число параметров, измеряемых соответственно с помощью средств измерений;

$n_{BH_i}$  – среднее число параметров образца техники или объекта, измеряемых одним прибором;

$\text{РСИ}$  – вероятность отказа средств измерений;

$t_B$  – среднее время восстановления средств измерений;

$t_H$  – продолжительность неизмерительного контроля;

$t_i$  – продолжительность измерений одного параметра.

Среднее время восстановления  $t_B$ , образца техники или объекта определяется затратами времени на поиск отказавшего элемента (узла)  $tn$ , ремонт этого элемента или его замену  $tPEM$ , и послеремонтный контроль образца техники или объекта:

$$t_B = (tn + tПК) / PП + tPEM \quad (5),$$

где  $tПК$  – продолжительность послеремонтного контроля;

$PП$  – вероятность успешного отыскания отказа.

Таким образом, полнота, своевременность, оперативность измерений и достоверность контроля параметров и технических характеристик образцов техники и объектов влияет на все стороны и стадии жизненного цикла образца техники и непосредственно влияет на эффективность их применения в ходе эксплуатации [27–31].

Для определения изменения затрат на эксплуатацию образца техники или объекта от реализации метрологического обеспечения, можно использовать ниже приведённые выражения для оценки экономического эффекта за счет сокращения числа контролируемых параметров и введения дополнительных контрольных точек для поиска отказавшего элемента.

Экономический эффект с учетом контролируемых параметров рассчитывают по формуле

$$\Delta 1 = 1,17 \Delta B_{ктк} \text{ЗО} + EИССИ \quad (6),$$

где  $\Delta B_{кт}$  – изменение годового объема контроля;

$t_k$  – продолжительность контроля одного параметра;

$\text{ЗО}$  – тарифная ставка одного оператора;

$EИ = 0,12, \dots, 0,15$  – нормативный коэффициент экономической эффективности;

$\text{ССИ}$  – стоимость сокращаемых средств измерений;

$\Delta n$  – изменение числа контролируемых параметров;

$k$  – число обслуживаний образца ВВТ в течение года.

Экономический эффект за счет введения дополнительных контрольных точек для поиска отказавшего элемента рассчитывают по формуле

$$\Delta 2 = \Delta t_{no} \text{ЗО} - 1,17 \Delta B_{ктк} \text{ЗО} - EИCД \quad (7),$$

где  $\Delta t_{no}$  – сокращение продолжительности поиска отказа за счет дополнительных измерений;

$CД$  – затраты на доработку.

Полученные соотношения (1) – (7) составляют суть предложенного методического подхода к оценке технико-экономической эффективности метрологического обеспечения техники.

### Выводы

Следует отметить, что рассмотренные соотношения приближенно описывают экономический эффект, в сфере эксплуатации образца техники или объекта. Однако они позволяют определить тенденцию изменения затрат на эксплуатацию. Это позволяет выбрать оптимальный с точки зрения экономической эффективности вариант решения

по реализации мероприятий метрологического контроля.

При обработке полученных результатов в качестве рекомендаций, для принятия решения по использованию наиболее эффективного варианта контроля, целесообразно воспользоваться следующими правилами:

– если реализация рекомендации улучшает хотя бы один показатель качества образца техники или объекта и не увеличивает, при этом, затраты на их эксплуатацию, то целесообразность реализации выбранного варианта не вызывает сомнения;

– если реализация рекомендации не ухудшает ни одного показателя качества образца техники или объекта, но уменьшает затраты на эксплуатацию данного образца техники или объекта, то целесообразность реализации выбранного варианта, также не вызывает сомнения;

– если реализация рекомендации улучшает хотя бы один показатель качества образца техники или объекта, но приводит к дополнительным затратам, то решение о необходимости использования данного варианта принимает заказчик, поскольку только он может решать вопрос о дополнительных расходах.

Во всех остальных случаях реализация мероприятий метрологического обеспечения экономически нецелесообразна.

Представляется, что предложенный методический подход может быть распространен на более широкий спектр задач обеспечения экономической и эффективности метрологического обеспечения техники при решении задач импортозамещения.

### Литература

1. Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Методический подход к моделированию процессов формирования планов инновационного развития предприятий // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 1. – С. 65–72.
2. Анисимов В.Г., Гарькушев А.Ю., Сазыкин А.М. Оптимизация внедрения новых технологий в перспективные образцы артиллерийского вооружения // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2012. – № 4 (74). – С. 39–44.
3. Анисимов В.Г., Ведерников Ю.В., Гарькушев А.Ю., Сазыкин А.М. Научно-методическое сопровождение интеграции высокотехнологичных инноваций в процессы разработки высокоточного оружия // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2014. – № 3-4 (69-70). – С. 66–75.
4. Anisimov V.G., Anisimov E.G., Saurenko T.N., Sonkin M.A. The model and the planning method of volume and variety assessment of innovative products in an industrial enterprise // Journal of Physics: Conference Series (см. в книгах). 2017. Т. 803. № 1. С. 012006.
5. Анисимов Е.Г., Анисимов В.Г., Блау С.Л., Новиков В.Е., Тебекин А.В. Модель поддержки принятия решений при формировании инновационной стратегии предприятия // Экономика сельского хозяйства России. 2016. № 3. С. 53-59.
6. Ильин И.В., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ботвин Г.А., Гапов М.Р., Гасюк Д.П., Ильяшенко О.Ю., Лёвина А.И., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н. Математические методы и инструментальные средства оценивания эффективности инвестиций в инновационные проекты. – Санкт-Петербург, 2018. – 289 с.
7. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Гапов М.Р., Сауренко Т.Н. Модель поддержки принятия решений при формировании товарной стратегии производственной программы предприятия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2016. – № 2. – С. 62–73.
8. Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Модель прогноза стоимости и сроков модернизации промышленных предприятий // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 31–37.
9. Чварков С.В., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сауренко Т.Н. Методика сравнительной оценки проектов инновационного развития предприятий военно-промышленного

комплекса // В сборнике: Актуальные вопросы государственного управления Российской Федерации: Сборник материалов круглого стола. Военная академия генерального штаба вооруженных сил Российской Федерации, Военный институт (Управления национальной обороной). – 2018. – С. 59–67.

10. *Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Методика сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности количественных показателей // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 5. – С. 84–90.

11. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Герцев В.Н.* Оценивание эффективности системы ракетно-артиллерийского вооружения ракетных войск и артиллерии // Военная мысль. – 2001. – № 4. – С. 39–46.

12. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сауренко Т.Н., Тебекин А.В.* Модель обоснования программы инновационного развития компании // Журнал исследований по управлению. – 2020. – Т. 6. – № 2. – С. 32–41.

13. Российская Метрологическая Энциклопедия. 2-е издание. Под ред. академика РАН В.В. Окрепилова. В 2-х томах. Т 1. – Санкт-Петербург: ИИФ «Лики России», 2015. – 904 с.

14. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Афонин П.Н., Гапов М.Р., Сауренко Т.Н.* Модель и метод оптимизации решений при управлении развитием технических средств таможенного контроля // В сборнике: Таможенные чтения - 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : В 3 т.. 2017. – С. 11–21.

15. *Чварков С.В., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сауренко Т.Н.* Модель планирования процессов производства ракетно-артиллерийского вооружения // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2018. – № 3 (103). – С. 141–147.

16. *Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Эволюционная модель прогноза частных показателей инновационных проектов (на примере технических инноваций) // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 6. – С. 55–61.

17. *Чварков С.В., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сауренко Т.Н.* Учет неопределенности при формировании планов инновационного развития военно-промышленного комплекса // Актуальные вопросы государственного управления Российской Федерации: Сборник материалов круглого стола.- Военная академия генерального штаба вооруженных сил Российской Федерации, Военный институт (Управления национальной обороной). – 2018. – С. 17–25.

18. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Крикун В.М.* Распределение задач при восстановлении техники и оптимизация количества привлекаемых специалистов // В сборнике: Применение математического моделирования, вычислительной техники и математических методов в военно-научных исследованиях. Доклады и тезисы выступлений на постоянно действующем семинаре по вопросам методологии военно-научных исследований и испытаний сложных технических систем. – Министерство обороны СССР. 1991. – С. 121.

19. ГОСТ РВ 0008 – 000 – 2019 ГСИ. Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники. Основные положения. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 45 с.

20. Федеральный закон Российской Федерации от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

21. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Математические модели и методы в управлении развитием сложных технических систем. – Санкт-Петербург, 2004. – 280 с.

22. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Васильковский С.А., Сазыкин А.М.* Модель и метод синтеза облика военно-технических систем путем проектной компоновки из унифицированных модулей // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2015. – № 2 (87). – С. 10–13.

23. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Гарькушев А.Ю., Проценко Д.С.* Модель и метод

- оптимизации плана подготовки космических систем // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2015. – № 4 (89). – С. 34–39.
24. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Гапов М.Р., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н., Силкина Г.Ю., Тебекин А.В.* Стратегическое управление инновационной деятельностью: анализ, планирование, моделирование, принятия решений, организация, оценка. – Санкт-Петербург, 2017. – 312 с.
25. *Зегжда П.Д., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сауренко Т.Н.* Модель оптимального комплексирования мероприятий обеспечения информационной безопасности // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2020. – № 2. – С. 9–15.
26. *Дворов А.Н., Демидов А.Н., Шкитин А.Д., Щеглов Д.М.* Методическое пособие по подготовке метрологов-экспертов по метрологической экспертизе образцов вооружения и военной техники. – ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, 2016. – 175 с.
27. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Бутенко В.А., Крикун В.М.* Способ автоматической интегральной поверки измерительных приборов. Авторское свидетельство SU 1647482 A1, 07.05.1991. Заявка № 4639432 от 20.01.1989.
28. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Мартыщенко Л.А., Шатохин Д.В.* Методы оперативного статистического анализа результатов выборочного контроля качества промышленной продукции. – Санкт-Петербург, Тула, 2001. – 72 с.
29. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Бажин Д.А., Барабанов В.В., Филиппов А.А.* Модели организации и проведения испытаний элементов системы информационного обеспечения применения высокоточных средств // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. – 2015. – № 648. – С. 6–12.
30. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Гарькушев А.Ю., Гасюк Ю.Д.* Моделирование приемо-сдаточных испытаний ракетно-артиллерийского вооружения // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2015. – № 2 (87). – С. 95–100.
31. *Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Способ формирования комплексных показателей качества инновационных проектов и программ // Журнал исследований по управлению. – 2018. – Т. 4. – № 11. – С. 30–38.
32. *Тебекин А.В.* Методы принятия управленческих решений. Учебник / Москва, 2016. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (1-е изд.)
33. *Тебекин А.В.* Инновационный менеджмент. Учебник для бакалавров / Москва, 2016. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (2-е изд., пер. и доп).
34. *Сурат И.Л., Тебекин А.В.* Современные тенденции развития проектного управления в экономических системах. // Транспортное дело России. – 2014. – № 6. – С. 36–40.
35. *Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Управление качеством. // Учебное пособие / Москва, 2016. Сер. 68 Профессиональное образование (1-е изд.).