

ОБОРОННЫЙ КОМПЛЕКС — научно-техническому прогрессу России



- МАШИНОСТРОЕНИЕ
- ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
- ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
- СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ
И ИЗМЕРЕНИЯ



3'2023



Все новейшие достижения и современные разработки предприятий оборонного комплекса — в научно-технических журналах ФГУП «НТЦ оборонного комплекса «Компас»

ФГУП «Научно-технический центр оборонного комплекса «Компас» является издателем следующих научных журналов:



Межотраслевой научно-технический журнал
Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России
(4 выпуска)
Подписной индекс **79379**
Издается с 1984 года



Межотраслевой научно-технический журнал
Конструкции из композиционных материалов
(4 выпуска)
Подписной индекс **80089**
Издается с 1981 года



Научно-технический журнал
Информационные технологии в проектировании и производстве
(4 выпуска)
Подписной индекс **79378**
Издается с 1976 года



Межотраслевой научно-практический журнал
Экология промышленного производства
(4 выпуска)
Подписной индекс **80090**
Издается с 1993 года



Научно-практический журнал
Вопросы защиты информации
(4 выпуска)
Подписной индекс **79187**
Издается с 1974 года

Все издания ФГУП «Научно-технический центр оборонного комплекса «Компас»:

✓ включены решением ВАК Министерства науки и высшего образования России в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук;

✓ метаданные выпусков включены в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Более подробную информацию об изданиях, подписке, дополнительных услугах можно получить по тел.: 8 (495) 491-43-17, 8 (495) 491-77-67, 8 (495) 491-77-20 (подписка);
факс: 8 (495) 491-44-80.
E-mail: izdanie@ntckompas.ru

3 (159) ОБОРОННЫЙ КОМПЛЕКС - научно-техническому прогрессу России

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1984 г.

Москва 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Волков В. Ф., Пономарев А. С., Хайдаров Р. Р. Методологический подход к эвристическому планированию процессов дистанционного обслуживания активных подвижных объектов 3

МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Попов И. П. Механические колебания дисперсного материала 9

Малафеев И. В., Плахтеев Д. А., Скрипниченко Ю. С. Модельно-методический аппарат формирования обликовых характеристик вертолетного боевого комплекса для выполнения задач поддержки сухопутных войск 13

ИЗМЕРЕНИЯ. ИСПЫТАНИЯ. КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Самохин Д. В., Самохин В. И., Гуреев А. В., Камолов М. М. Автоматизация компенсации перекося фазных (линейных) напряжений в электроэнергетических сетях 22

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. РАДИОТЕХНИКА. ЭЛЕКТРОНИКА

Назаренко М. А., Садковская Н. Е., Садковская Р. Н. Исследование и анализ существующего положения ESG-трансформации на предприятиях радиоэлектронной промышленности 27

Бойков К. А., Латышев К. В. Частотно-временной метод аппаратно-динамической идентификации цифровых устройств по сигналам радиоизображения 34

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Кабаков В. В., Луша Е. Ю., Костенко В. А. Расчет распространения облака компонентов ракетного топлива при аварии ракеты космического назначения на старте 39

Вологина М. М. Проблема определения штатной численности специалистов по управлению интеллектуальными правами на предприятиях ОПК 44

Главный редактор

И. А. Шерemet, акад. РАН, проф., заместитель директора Российского фонда фундаментальных исследований по научной работе

Заместители главного редактора

Ю. А. Чаплыгин, акад. РАН, д-р техн. наук, проф., президент, заведующий кафедрой «Интегральная электроника и микросистемы», МИЭТ

С. А. Матвеев, канд. техн. наук, начальник Центра автоматических космических систем и комплексов ФГУП "ЦНИИмаш"

Ответственный секретарь — К. В. Трыкина,

начальник отдела научных и информационных изданий ФГУП «НТЦ оборонного комплекса «Компас»

Редакционная коллегия:

В. И. Борисов, акад. РАН, проф., научный руководитель — зам. генерального директора по научной работе ОАО «Концерн «Созвездие»; **Б. А. Григорьев**, чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, научный руководитель Центра исследований пластовых систем и технологического моделирования ООО «Газпром ВНИИГАЗ», зав. кафедрой «Исследование нефтегазовых пластовых систем» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина; **С. Ю. Желтов**, акад. РАН, д-р техн. наук, проф., генеральный директор ФГУП «ГосНИИАС»; **И. А. Каляев**, акад. РАН, проф., директор НИИ многопроцессорных вычислительных систем ЮФУ (НИИ МВС ЮФУ); **В. М. Кашин**, чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф., генеральный директор — генеральный конструктор ФГУП «Конструкторское бюро машиностроения»; **Ю. Н. Коптев**, д-р техн. наук, проф., председатель научно-технического совета Госкорпорации «Ростехнологии»; **В. Е. Лукашук**, канд. техн. наук, директор ФГУП «НТЦ оборонного комплекса «Компас»; **Ю. И. Маевский**, д-р техн. наук, проф., генеральный конструктор систем и средств РЭБ — зам. генерального директора по инновациям и научной работе ОАО «Концерн Радиоэлектронные технологии»; **Б. В. Обносов**, д-р техн. наук, проф., действительный член РАН, генеральный директор — генеральный конструктор ОАО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»; **В. В. Рыжаков**, д-р техн. наук, заслуженный деятель науки РФ, проф., профессор кафедры «Техническое управление качеством» Пензенского государственного технологического университета (Пенз. ГТУ); **Л. Г. Сидоренко**, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. РАН, генеральный конструктор по специальной тематике ОАО «ЦКБ МТ «Рубин»; **П. А. Созинов**, д-р техн. наук, проф., генеральный конструктор ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей»; **Н. И. Турко**, д-р воен. наук, канд. техн. наук, заслуженный деятель науки РФ, проф., первый вице-президент Академии военных наук

Учредитель Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр оборонного комплекса «Компас»

Перепечатка материалов и использование их в любой форме, в том числе электронной, без предварительного письменного разрешения редакции не допускаются.

УДК 685.5.011.56
 DOI: 10.52190/1729-6552_2023_3_3
 EDN: PJKZPT

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭВРИСТИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АКТИВНЫХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

В. Ф. Волков, д-р воен. наук; *А. С. Пономарев*, канд. воен. наук; *Р. Р. Хайдаров*
 Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия

Представлен подход к решению задачи планирования процесса применения систем дистанционного обслуживания активных подвижных объектов с учетом расхода ресурсов на целевые технические операции, расхода ресурсов на распознавание состояния обслуживаемого объекта и временных затрат на процедуры обслуживания и контроля. Разработанные алгоритмы основаны на использовании теории Марковских цепей и протестированы на примерах различной размерности.

Ключевые слова: сложная техническая система, эффективность применения, дистанционное обслуживание, нейросеть, риск невыполнения требований заказчика, Марковская цепь.

Несмотря на различия, обусловленные спецификой продукции разных предприятий ОПК, можно выделить общие закономерности процессов создания сложных технических систем (СТС) военного назначения [1, 2]. В частности, обоснование основных организационных и системотехнических решений при проектировании новых типов СТС представляет собой многоэтапный итеративный процесс. В первом цикле производится оценка целесообразности создания нового типа СТС и предварительный выбор его облика. Во втором цикле производится оценка первых версий проекта СТС. В третьем цикле осуществляется проработка вариантов организации применения СТС для выбранного пилотного проекта. В четвертом цикле осуществляется окончательный выбор основных конструкторских решений по образцу СТС. Пятый цикл — реализация системного подхода к созданию нового типа ВВТ в части окончательного выбора системотехнических решений по обеспечивающим подсистемам и по

АСУ. Шестой цикл — разработка конструкторской и эксплуатационной документации, а также изготовление опытного образца СТС. В седьмом цикле отрабатывается совокупность вопросов, связанных испытаниями и приемом нового типа СТС на вооружение. На каждом из приведенных этапов (циклов) решается задача планирования применения СТС по назначению с последовательным повышением степени детализации.

Рассмотрим класс задач планирования операций дистанционного обслуживания активных подвижных объектов (АПО). Впервые постановка задачи системного исследования АПО как объектов, процесс функционирования которых включает перемещение в пространстве и операции по энергетическому, материальному и информационному обмену с другими АПО и пунктами управления, была сформулирована в работе [3]. Однако в [3] и вышедших позднее работах [4—8] не исследовали взаимосвязь базовых элементов алгоритмических операторов (вероятностей переходов между состояниями системы, поэтапных затрат времени, вероятностей конечных и промежуточных исходов, дополнительных затрат ресурсов), учет которой дает возможность более точно рассчитать пессимистические и оптимистические оценки ожидаемого целевого эффекта. Таким образом, необходимо решить новую научную задачу по формализации процесса применения СТС с учетом расхода ресурсов на целевые технические операции, расхода ресурсов на осуществление контроля результативности (распознавания состояния обслуживаемого объекта) и временных затрат на все процедуры.

Волков Валерий Федорович, профессор кафедры "Системный анализ и математическое обеспечение АСУ (войсками)".

E-mail: vka@mil.ru

Пономарев Александр Сергеевич, преподаватель кафедры "Системный анализ и математическое обеспечение АСУ (войсками)".

E-mail: vka@mil.ru

Хайдаров Руслан Рамильевич, адъюнкт кафедры "Системный анализ и математическое обеспечение АСУ (войсками)".

E-mail: vka@mil.ru

Статья поступила в редакцию 17 мая 2023 г.

© Волков В. Ф., Пономарев А. С., Хайдаров Р. Р., 2023

Алгоритм реализации Марковской модели операций дистанционного обслуживания АПО

Первоначально рассмотрим многоэтапный процесс дистанционного обслуживания одного объекта. Введем в рассмотрение состояния системы "исполнительная подсистема СТС-объект обслуживания":

A_1 — объект не обслужен, A_2 — объект обслужен частично, A_3 — объект обслужен полностью. В исследуемом процессе состояние A_1 является начальным, а затем выступает в роли "неудачных" промежуточных состояний. Система может переходить из состояния с меньшим номером в состояние с большим номером, но не наоборот. Обозначим:

P_1 — вероятность успешного обслуживания при единичном управляющем воздействии; P_2 — вероятность частичной реализации управляющего воздействия; P_3 — вероятность успешной реализации управляющего воздействия по ранее частично обслуженному объекту.

Данные вероятности являются аргументами для вычисления элементов матрицы переходов системы "исполнительная подсистема-объект обслуживания" из состояния в состояние (параметры обеспечивающих подсистем считаем идеальными):

$$\pi_{11}^{[m]} = 1 - P_{1m} - P_{2m}; \pi_{12}^{[m]} = P_{2m}; \pi_{13}^{[m]} = P_{1m};$$

$$\pi_{21}^{[m]} = 0; \pi_{22}^{[m]} = 1 - P_{3m}; \pi_{23}^{[m]} = P_{3m};$$

$$\pi_{31}^{[m]} = 0; \pi_{32}^{[m]} = 0; \pi_{33}^{[m]} = 1,$$

где m — номер этапа (шага), $m = 1(1)N$.

Моделью процесса является неоднородная поглощающая Марковская цепь. При подготовке данных для проведения расчетов необходимо учесть следующее.

1. Число этапов (шагов) N — случайная величина, предельное значение которой определяется ресурсом обслуживающей подсистемы [9] при этом возможны различные стратегии его расходования:

- без контроля факта выполнения задачи обслуживания (КФВ);
- различные комбинации согласованного применения исполнительных и контролирующих средств;
- последовательные воздействия;
- одновременное воздействие;
- точечные воздействия.

2. Вероятности P_{sm} ($s = 1(1)3$; $m = 1(1)N$) меняются от этапа к этапу вследствие изменения технических и тактических условий обстановки.

Например, базовая расчетная формула для величины P_{1m} имеет вид:

$$P_{1m} = 1 - (1 - P_{\text{расп}}) \cdot (1 - P_{\text{ППД}}) \cdot (1 - P_{\text{реал}}), \quad (1)$$

где $P_{\text{реал}}$ — условная вероятность успешного обслуживания АПО;

$P_{\text{ППД}}$ — условная вероятность, характеризующая измерительную подсистему и подсистему информационного обеспечения;

$P_{\text{расп}}$ — условная вероятность достоверного распознавания состояния АПО.

Следует отметить, что коэффициент $P_{\text{расп}}$ является сомножителем также и в выражениях для P_{2m} и P_{3m} , при этом вероятность $P_{\text{расп}}$ может возрастать после первого этапа вследствие включения в состав специального математического обеспечения (СМО) исполнительной подсистемы методик, основанных на применении сверточных нейросетей.

Применив аппарат теории цепей Маркова, после алгебраических преобразований получаем выражение для вероятности достижения целевого эффекта за N этапов (с учетом вероятностей начальных состояний $P(A_1) = 1$; $P(A_2) = 0$; $P(A_3) = 0$):

$$P_N = \pi_{13}(N) = 1 - (1 - P_{1N} - P_{2N})^N - P_{2N} \cdot \frac{(1 - P_{3N})^N - (1 - P_{1N} - P_{2N})^N}{P_{1N} + P_{2N} - P_{3N}}. \quad (2)$$

В дальнейшем, используя выражение (2), можно уже на уровне одноцелевой размерности оценить влияние различных факторов на принятие решения о целесообразности формальной оптимизации процесса обслуживания объекта (таблица).

Расчет показателя целевого эффекта для варианта "Один объект"

Вариант	Исходные данные	$N = 1$	$N = 2$	$N = 3$
1	$P_1 = 0,7$ $P_2 = 0,4$ $P_3 = 0,9$	0,7	0,99	0,997
2	$P_1 = 0,6$ $P_2 = 0,3$ $P_3 = 0,8$	0,6	0,90	0,978
3	$P_1 = 0,7$ $P_2 = 0,8$ $P_3 = 0,9$	0,4	0,99	0,994
4	$P_1 = 0,7$ $P_2 = 0,8$ $P_3 = 0,6$	0,7	0,83	0,957

Однако при анализе результатов такого рода расчетов в явном виде не просматривается зависимость показателя P_N от времени (кроме как скачков от этапа к этапу). Данное обстоятельство

придает эвристический характер процессу количественного планирования. Покажем это, перейдя к рассмотрению вариантов

$$M \cdot K, M \geq 2; K \geq 2,$$

где M — число обслуживающих средств; K — число обслуживаемых объектов.

Заметим, что вариант 2×2 является вырожденным, т. к. по показателям P_R (вероятность обслуживания заданного числа объектов) и $T_{\text{дц}}$ (продолжительность обслуживания заданного числа АПО) требуется сравнить только 2 варианта:

$$x_{11}^I = 1, x_{22}^I = 1 \text{ и } x_{12}^{II} = 1, x_{21}^{II} = 1,$$

где x_{ij} — элементы плана назначений.

Рассмотрим ситуацию $M > K$.

В зависимости от общей концепции достижения целевого эффекта и конкретного замысла проведения операции дистанционного обслуживания может быть организована по нескольким сценариям.

Первый вариант: избыток средств (превышение уровня ресурса, рассчитанного на обслуживание одного АПО) расходуется сразу (например, из соображений незатягивания времени).

Второй вариант: избыточный ресурс расходуется поэтапно (например, из соображений потенциальной экономии за счет прекращения операции обслуживания на основании проведенного контроля факта выполнения задачи).

Первоначально рассмотрим первый сценарий. Прежде всего следует отметить, что число возможных планов распределения обслуживающих средств при увеличении количественного масштаба целевой задачи возрастает по нелинейной (выпуклой вниз) зависимости, т. е. имеет место лавинообразный рост. Размерность матрицы перехода соответствующей Марковской цепи также существенно увеличивается. Например, для схемы 3×2 необходимо оценить целевой эффект и затраты времени для шести возможных планов.

План № 1: $1^{\text{й}} \times 1^{\text{й}} + 2^{\text{й}} \times 1^{\text{й}} + 3^{\text{й}} \times 2^{\text{й}}$, исходными данными являются вероятности P_{Nji} (вычисляются по формуле (2) в соответствии с планом назначений) и оценочные значения оперативности t_{11}, t_{21}, t_{32} .

План № 2: $1^{\text{й}} \times 1^{\text{й}} + 2^{\text{й}} \times 2^{\text{й}} + 3^{\text{й}} \times 1^{\text{й}}$, вероятностные исходных данные — величины $P_{N11}, P_{N22}, P_{N31}$, временные исходные данные — величины t_{11}, t_{22}, t_{31} .

План № 3: $1^{\text{й}} \times 1^{\text{й}} + 2^{\text{й}} \times 2^{\text{й}} + 3^{\text{й}} \times 2^{\text{й}}$, исходные данные — величины $P_{N11}, P_{N22}, P_{N32}, t_{11}, t_{22}, t_{32}$.

План № 4: $1^{\text{й}} \times 2^{\text{й}} + 2^{\text{й}} \times 1^{\text{й}} + 3^{\text{й}} \times 1^{\text{й}}$, исходные данные — величины $P_{N12}, P_{N21}, P_{N31}, t_{12}, t_{21}, t_{31}$.

План № 5: $1^{\text{й}} \times 2^{\text{й}} + 2^{\text{й}} \times 1^{\text{й}} + 3^{\text{й}} \times 2^{\text{й}}$, исходные данные — величины $P_{N12}, P_{N21}, P_{N32}, t_{12}, t_{21}, t_{32}$.

План № 6: $1^{\text{й}} \times 2^{\text{й}} + 2^{\text{й}} \times 2^{\text{й}} + 3^{\text{й}} \times 1^{\text{й}}$, исходные данные — величины $P_{N12}, P_{N22}, P_{N31}, t_{12}, t_{22}, t_{31}$.

Для схемы 4×2 число вариантов равно 12, для схемы 5×2 число вариантов равно 28 и т. д. (алгоритм нахождения вариантов описан в работе [9]). При наличии технической возможности последовательного проведения сеансов обслуживания одного объекта несколькими средствами в рамках одного цикла потенциальная величина оперативности t_{ij} должна соответствовать наибольшему значению из соответствующих сеансов для j -го АПО (т. е. термин "одновременное расходование избыточного ресурса" является условным).

Выбор рационального варианта для каждого сценария в зависимости от указаний высших звеньев управления может осуществляться либо по критерию $P_R \rightarrow \max$ при ограничении $T_{\text{дц}} \leq T^{\text{пр}}$, либо по критерию $T_{\text{дц}} \rightarrow \min$ при ограничении $P_R \geq P^{\text{пр}}$, либо методом последовательных уступок, по схеме Парето, методом лексикографического отбора и т. д. При этом величины P_R и $T_{\text{дц}}$ определяются для каждого из планов назначений через ненулевые элементы матрицы $\|P_{Nji}\|$ и соответствующее им значения элементов матрицы $\|t_{Nji}\|$. Расчет вероятностей P_{Nji} по формулам типа (2) и расчет величин t_{Nji} осуществляется по алгоритмам конкретного исследуемого технологического процесса [6, 7]. При этом необходимо отметить, что сопровождение ввода исходных данных должно быть итерационным, т. к. матрица переходов в Марковской цепи не обладает перечислительным свойством, а величины P_{1m}, P_{2m}, P_{3m} не являются константами и изменяются от этапа к этапу.

При способе распределения ресурсов "от этапа к этапу" (как с учетом КФВ, так и без проведения процедур КФВ) размерность задачи возрастает еще интенсивнее, при этом возникает необходимость учета динамики вероятностей P_{Nji} (при рациональной организации последовательности проведения проверок значения величин P_{Nji} должны увеличиваться) и в учете случайного характера фактической продолжительности цикла обслуживания объектов. В связи с ростом объема вычислений (вследствие резкого увеличения размерности Марковской цепи) в состав СМО оперативного планирования целесообразно дополнительно

включить алгоритмы, основанные на использовании сверточных нейронных сетей и технологий big data.

Учет динамики процесса дистанционного обслуживания при расчете параметров эвристического планирования

Подход, изложенный в п. 1 настоящей статьи, соответствует процессам обслуживания объектов, начинающимся одновременно. Однако в более общих случаях вследствие технических ограничений взаимодействие с АПО может осуществляться только в определенные интервалы времени, при этом границы интервалов могут также смещаться в зависимости от момента τ_0 принятия решения на дистанционное обслуживание и от момента τ , поступления распоряжения на непосредственную реализацию процесса. Например, для рассмотренного выше Плана № 1 в задаче "3×2", в зависимости от τ_1 , возможны варианты циклограмм процесса обслуживания, представленные на рисунке. В зависимости от типа АПО размерность интервала ($\tau_1, T_{пл}$) может составлять от нескольких десятков часов до 1—2 суток. Интервалы возможного взаимодействия являются функциями величин τ_0, τ_1 , но размеры этих интервалов имеют более узкие границы. Величина $T_{дц}$ является функцией числа шагов в Марковской модели и рассчитывается через элементы матрицы переходов Марковской цепи [10], при её расчете необходимо учесть величину τ_k — наиболее ранний возможный момент приведения СТС в рабочее состояние. Величина $P_R = P(n_{обсл} \geq n_{тр})$ является функцией аргументов P_N и $n_{тр}$; $1 \leq n_{тр} \leq K$.

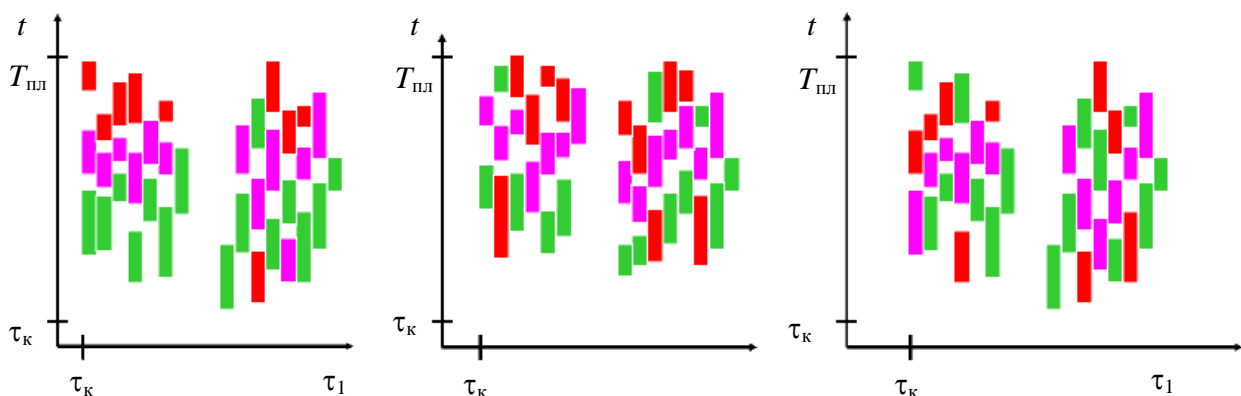
Все множество трехмерных зон возможного взаимодействия СТС и АПО образует случайное поле пространственных комбинаций. Каждой из приведенных комбинаций соответствует своя временная и вероятностная матрицы ($\|t_{ij}\|, \|P_{ij}\|$).

Основными факторами, влияющими на элементы этих матриц, являются физические закономерности движения АПО и технические условия, обеспечивающие возможность их взаимодействия (влияют на длительность перерывов между сеансами, зависят от относительного положения средств и АПО, их взаимной ориентации, ЭТХ измерительных средств).

Таким образом, проследив цепочку связей между вероятностно-временными характеристиками рассматриваемого процесса, приходим к выводу о случайной природе величин P_R и $T_{дц}$. Следовательно, при принятии решений по планированию необходимо руководствоваться критериями, включающими в свой состав числовые характеристики законов распределения вероятности \hat{P}_R и времени $\hat{T}_{дц}$. Значит, более объективным априорным показателем эффективности операции дистанционного обслуживания является вероятность

$$W = P \left[\frac{\hat{P}_R \geq P^{тр}}{\hat{T}_{дц} \leq T^{тр}} \right].$$

Для её вычисления необходимо знание функций зависимости $P_R(t)$ и $T_{дц}(t)$ для заданного интервала планирования. Общих алгоритмов вычисления данных зависимостей объективно не существует, они должны быть разработаны для конкретных вариантов обслуживания и конкретных типов АПО, но в любом варианте эти зависимости имеют вид немонотонной функции с разрывами, вычисляемой только по конкретному неаналитическому алгоритму с использованием аппарата теории функций случайного аргумента. Для проверки правильности расчетов соответствующие законы совместного распределения $P_R(t)$ и $T_{дц}(t)$ находят методом имитационного моделирования с использованием цифровых двойников и учетом каждой исследуемой схемы обслуживания АПО [10, 11].



Возможные варианты циклограмм процесса дистанционного обслуживания

Показатель W может быть использован при прогнозировании риска невыполнения целевой задачи на заданных интервалах планирования. Следует учесть, что на всех стадиях жизненного цикла аргументами показателя W являются элементы матрицы назначений, т. е. рассматриваемая задача относится к классу задач алгоритмического синтеза и в зависимости от точности, достоверности и стабильности исходных данных может иметь несколько вариантов решения. Следовательно, при оптимизации плана дистанционного обслуживания АПО должны решаться и прямые задачи исследования эффективности и обратные задачи, причем в зависимости от ситуации они должны быть решены итерационно либо поочередно, либо совместно с соблюдением принципа рандомизации. Кроме описанного оперативного аспекта, связанного с расходом временного ресурса t_{ij} , необходимо учитывать волатильность оценки общей продолжительности действий по достижению цели операции. Этот аспект обусловлен требованиями к адекватности корректировки параметров ситуационного управления и необходимостью использования при моделировании ретроспективной развертки вычислительного процесса. Например, при определении рационального сочетания управляющих воздействий и процедур контроля их результатов целесообразно использовать рекуррентные соотношения для расчета выигрыша:

$$Z_m = Q(1-v)^m \cdot v - c_m - r_m + \bar{Z}_{(m+1)}, \dots, \quad (3)$$

$$N(A_{m+1}, B_{m+1}),$$

где A_m — маркер состояния объекта после m -го этапа (работоспособен, частично работоспособен, неработоспособен и т. д.);

B_{m+1} — маркер способа управления (контроль после каждого воздействия, выборочный запланированный контроль и т. д.);

v — вероятность, адекватная одной из величин P_{1m} или P_{2m} ;

c_m — стоимость ресурса, расходуемого на одну попытку целевого воздействия;

r_m — стоимость операции контроля состояния обслуживаемого объекта;

Q — номинальное значение показателя результата (выигрыш от успешного обслуживания объекта, предотвращенный ущерб и т. д.).

В расчетах Z_m стоимостные оценки Q , c_m , r_m должны быть приведены в относительных единицах. Необходимость перехода к безразмерным коэффициентам в формуле (3) обусловлена принципом физикалистского подхода к системному оцениванию разнотипных СТС [3]. Исследование влияния эксплуатационно-технических параметров может быть осуществлено методом перебора комбинаций, характеризующих соотношение величины Q и величин c_m , r_m : $c_m = 0,5Q$, $r_m = 0,4Q$; $c_m = 0,5Q$, $r_m = 0,7Q$; $c_m = 0,3Q$, $r_m = 0,9Q$ и т. д. Приведенное соотношение (3) реализуют поэтапно в зависимости от исхода каждого управляющего воздействия и результата контроля, при этом формируется массив значений величин $T_{дц}$, учитывающий некоторые неоднозначные потери времени на обучение нейросетей и оперативный выигрыш во времени при оперативном принятии решений; результат влияния разнонаправленных факторов может быть учтен путем проведения расчетов по реальным исходным данным. Следовательно, расчеты по выражению (3) дают возможность провести гарантированное оценивание суммарной продолжительности выполнения задачи для потенциальных вариантов локально-оптимальных схем проведения операций дистанционного обслуживания.

Заключение

Изложенный в статье методологический подход основан на последовательном уточнении решения задачи планирования применения СТС. Точность оценивания прироста априорных показателей эффективности за счёт оптимизации планов будет определен степенью детализации облика конструкторских разработок на различных стадиях жизненного цикла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Турко Н. И., Ерешко Ф. И., Цвиркун А. Д., Чурсин А. А. Синтез организационных структур в крупномасштабных проектах цифровой экономики // Автоматика и телемеханика. 2018. № 10. С. 121—142.
2. Реулов Р. В., Стукалин С. В., Пронин А. Ю. Развитие базовых военных технологий на современном этапе: обоснование, планирование, реализация // Вооружение и экономика. 2022. № 3(61). С. 58—65.
3. Калинин В. Н., Резников Б. А. Теория систем и управления: учеб. пособие: — Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1978. — 417 с.

4. **Монахов П. А.** Качество автоматизированной системы как показатель эффективности управления разработкой НИОКР по её созданию // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России". 2021. № 2. С. 34—42.
5. **Литвиненко В. В., Солдатов А. И., Урюпин В. Н.** Методические вопросы формирования логических схем выбора решения для модернизации образцов вооружения, военной и специальной техники // Военная мысль. 2019. № 6. С. 98—109.
6. **Буренок В. М., Крюков К. Ю., Осыко М. В.** Методический подход к системному анализу некоторых исходных данных для подготовки ГПВ // Вооружение и экономика. 2022. № 1(59). С. 5—11.
7. **Буравлев А. И., Голубятников К. В.** Оценка вероятности поражения критического элемента групповой цели при неизвестном его расположении // Вооружение и экономика. 2021. № 4(58). С. 54—60.
8. **Буравлев А. И., Горчица Г. И., Степанов В. Д.** Методика интегральной оценки эффективности ударных комплексов вооружения и военной техники и воинских формирований // Известия РАН. 2022. № 123(3). С. 104—110.
9. **Волков В. Ф., Пономарев А. С.** Исследование целесообразности применения стохастических алгоритмов в задачах распределения ресурсов // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 12. С. 42—46.
10. **Волков В. Ф.** Применение макромоделей конкурентной борьбы к задаче обоснования технических характеристик бортовых систем: мат. I Междунар. авиакосм. конф. — М.: НПО имени С. А. Лавочкина, 1992. С. 110—115.
11. **Нестечук А. Н., Хлебников С. А.** Нейронная модель идентификации состояния объектов по результатам оптических измерений // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России". 2022. № 1. С. 37—42.

METHODOLOGICAL APPROACH TO HEURISTIC SCHEDULING OF ACTIVE MOBILE OBJECTS REMOTE MAINTENANCE APPLICATION

V. F. Volkov, A. S. Ponomarev, R. R. Haidarov

Military Space Academy named after A. F. Mozhayskiy, St. Petersburg, Russia

It is supposed approach to decision of scheduling of active mobile objects remote maintenance application task taking into account the consumption of resources for targeted technical operations, resources consumption for recognition of the serviced object state and time spent on maintenance and control procedures. Developed algorithms are based on using the theory of Markov chains and tested on examples of different dimensions.

Keywords: complex technical system, application efficiency, remote maintenance, neural network, risk of non-fulfillment of customer requirements, Markov chain.

Bibliography — 11 references.

Received May 17, 2023

УДК 534.134

DOI: 10.52190/1729-6552_2023_3_9

EDN: PJODNH

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА

И. П. Попов

Курганский государственный университет, г. Курган, Россия

Рассматривается дисперсный материал, расположенный на платформе, совершающей гармонические колебания. Главная проблема при установлении динамических свойств дисперсного материала заключается в невозможности вычисления усредненного коэффициента динамического трения, т. к. на его значение оказывает влияние взаимодействие дисперсных частиц между собой во всей массе материала, а не только с поверхностью платформы. Описание динамического статуса дисперсного материала в форме композиции его неустойчивого и устойчивого статусов дает ключ к разрешению этой и сходных проблем.

Ключевые слова: дисперсный материал, динамические свойства, статус системы, комбинация статусов, платформа, устойчивость/неустойчивость.

При прочностных расчетах элементов конструкций транспортных машин и механизмов, в том числе, учитываются режимы вынужденных и собственных колебаний [1—3]. В этой связи принимаются во внимание динамические свойства транспортируемого груза, которые для сплошных и дисперсных материалов являются существенно разными.

Цель работы — установление динамических свойств дисперсного материала при гармонических колебаниях [4—6].

Методика исследования заключается в предоставлении статуса исследуемой системы в виде комбинации ее диаметрально противоположных предельных статусов. Распространенным примером такого представления является состав углеродистой стали, являющийся комбинацией железа и углерода (100 % железа в стали — один предельный статус, 100 % углерода — диаметрально противоположный предельный статус).

Рассмотрен дисперсный материал, расположенный на платформе, совершающей гармонические колебания.

Устойчивость/неустойчивость

Для оценки неустойчивости или устойчивости дисперсного материала относительно платформы вводится безразмерная величина ξ .

Ее предельными значениями являются ξ_a — абсолютная устойчивость (полная неподвижность) относительно платформы и ξ_z — абсолютная неустойчивость.

При этом

$$\xi \in [\xi_a, \xi_z] \subset \mathbb{R}.$$

Композиция предельных значений может быть представлена в виде:

$$\xi = \varphi_a \xi_a + \varphi_z \xi_z. \quad (1)$$

Здесь φ_a и φ_z — функции статуса.

Главная проблема при установлении динамических свойств дисперсного материала заключается в невозможности вычисления усредненного коэффициента динамического трения, т. к. на его значение оказывает влияние взаимодействие дисперсных частиц между собой во всей массе материала, а не только с поверхностью платформы.

Описание динамического статуса дисперсного материала в форме композиции его неустойчивого и устойчивого статусов дает ключ к разрешению этой и сходных проблем.

Противоположные предельные статусы исследуемой системы могут быть сопоставимы и несопоставимы в части количественной оценки.

Предметом исследования являются системы с равновеликими предельными статусами.

Комбинация диаметрально противоположных равновеликих предельных статусов

Для дисперсного материала при определении предельных статусов используют ξ_a (абсолютная

Попов Игорь Павлович, старший преподаватель кафедры "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты".
E-mail: ip.popow@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 16 июля 2023 г.

© Попов И. П., 2023

устойчивость) и ξ_z — (абсолютная неустойчивость). Их равновеликость определяется условием

$$|\xi| = |\xi_a| = |\xi_z|. \quad (2)$$

Условие (2) выполняется, в частности, при процентном представлении соответствующих статусов, например, $\xi_a = 100\%$ $\xi_z = 100\%$.

Отсюда вытекает очевидное соотношение

$$\varphi_a + \varphi_z = 1,$$

и комбинация статусов может быть представлена следующим образом:

$$\begin{aligned} \xi &= \varphi_a \xi_a + \varphi_z \xi_z = \\ &= \varphi_a \xi_a + (1 - \varphi_a) \xi_z = (1 - \varphi_z) \xi_a + \varphi_z \xi_z. \end{aligned}$$

Статус ξ_a характеризуется предельно высокой частотой колебаний ω_a , при которой дисперсный материал сохраняет неподвижность (устойчивость) по отношению к платформе благодаря статической силе трения. Таким образом, он совершает колебания вместе с платформой с частотой ω_a относительно неподвижной базы платформы.

Статус ξ_z характеризуется предельно низкой частотой колебаний ω_z , при которой дисперсный материал сохраняет неподвижность по отношению к базе платформы вследствие собственной инерции. Очевидно, что относительно платформы материал совершает колебания с той же амплитудой и той же частотой ω_z .

При этом $\omega_a < \omega_z$.

В рабочем режиме частота имеет некое промежуточное значение $\omega_a < \omega < \omega_z$. При этом условно можно считать, что φ_a -я часть дисперсного материала является абсолютно устойчивой по отношению к платформе, а φ_z -я часть — абсолютно неустойчивой.

Функции статуса зависят от частоты ω , которую можно считать переменной статуса.

В других задачах могут быть другие переменные статуса, например, давление, мощность, ток, напряжение и др. [7—10].

Функции статуса

Далее переменная статуса обозначается x , $x \in [x_a, x_z] \subset \mathbb{R}$. Переменная статуса играет роль аргумента функции статуса.

В самых простых случаях функции статуса являются линейными.

$$\begin{aligned} \varphi_a(x) &= 1 - p(x - x_a), \quad p \in \mathbb{R}, \\ \varphi_z(x) &= p(x - x_a), \\ p(x_z - x_a) &= 1. \end{aligned} \quad (3)$$

Часто функции статуса не являются линейными, и их математическая формула, как правило, не определена.

В большинстве практических случаев функции статуса не претерпевают разрывов и являются монотонными на отрезке $[x_a, x_z]$. На этом отрезке функция статуса φ_a пробегает значения от единицы до нуля, а φ_z — от нуля до единицы. Из этого следует, что такие функции статуса можно рассматривать как аналитические на отрезке $[x_a, x_z]$, и поэтому их можно описывать с помощью функциональных рядов, в том числе, степенного ряда

$$\begin{aligned} \varphi_a(x) &= \varphi_a(x_w) + \varphi'_a(x_w)(x - x_w) + \\ &+ \frac{\varphi''_a(x_w)}{2!}(x - x_w)^2 + \dots + \frac{\varphi_a^{(n)}(x_w)}{n!}(x - x_w)^n \end{aligned} \quad (4)$$

при обязательном условии его сходимости.

Очевидно, что $x_w \in [x_a, x_z]$.

Вполне распространенный случай (3) фактически тоже является рядом Тейлора (вырожденным). Значения

$$\varphi_a(x_w), \varphi'_a(x_w), \varphi''_a(x_w), \dots, \varphi_a^{(n)}(x_w) \quad (5)$$

являются параметрами функции статуса.

Они определяются следующим образом.

Экспериментально находят $\varphi_a(x_w)$ и еще n величин $\varphi_a(x_1), \varphi_a(x_2), \dots, \varphi_a(x_n)$. С помощью этих значений и ряда (4) составляют n уравнений с n неизвестными, объединенными в систему. Решением системы уравнений являются величины (5), которые однозначно определяют функцию статуса в форме (4).

По известной функции статуса и ее предельным значениям (нуль и единица) находятся конкретные значения границ отрезка $[x_a, x_z]$.

Так как ξ_a — абсолютная устойчивость, а ξ_z — абсолютная неустойчивость дисперсного материала, то $\varphi_a(x)$ уместно трактовать как функцию устойчивости, а $\varphi_z(x)$ — напротив, как функцию неустойчивости.

В соответствии с этим величины (5) можно рассматривать как параметры функций устойчивости и неустойчивости.

Подобным способом можно устанавливать функции для иных статусов.

Пример. Имея в виду, что $n = \omega/2\pi$, опытным путем установлены величины: $n_w = 8\text{с}^{-1}$ (оптимальная частота), $\varphi_a(n_w) = 0,320$; $n_1 = 3\text{с}^{-1}$, $\varphi_a(n_1) = 0,822$; $n_2 = 5\text{с}^{-1}$, $\varphi_a(n_2) = 0,579$; $n_3 = 12\text{с}^{-1}$, $\varphi_a(n_3) = 0,122$.

С помощью этих значений и ряда (4) составляют три уравнения с тремя неизвестными, объединенными в систему.

$$\begin{cases} 0,822 = 0,320 + \varphi'_a(8)(3-8) + \frac{\varphi''_a(8)}{2!}(3-8)^2 + \\ + \frac{\varphi'''_a(8)}{3!}(3-8)^3, \\ 0,579 = 0,320 + \varphi'_a(8)(5-8) + \frac{\varphi''_a(8)}{2!}(5-8)^2 + \\ + \frac{\varphi'''_a(8)}{3!}(5-8)^3, \\ 0,122 = 0,320 + \varphi'_a(8)(12-8) + \frac{\varphi''_a(8)}{2!}(12-8)^2 + \\ + \frac{\varphi'''_a(8)}{3!}(12-8)^3. \end{cases}$$

Эта система имеет следующие решения:

$$\varphi'_a(8) = -6,825 \cdot 10^{-2},$$

$$\begin{aligned} \frac{\varphi''_a(8)}{2!} &= 5,456 \cdot 10^{-3}, \\ \frac{\varphi'''_a(8)}{3!} &= -1,977 \cdot 10^{-4}. \end{aligned}$$

В соответствии с этим и формулой (4) определяют функцию устойчивости

$$\begin{aligned} \varphi_a(n) &= 0,320 - 6,825 \cdot 10^{-2}(n-8) + \\ &+ 5,456 \cdot 10^{-3}(n-8)^2 - 1,977 \cdot 10^{-4}(n-8)^3. \end{aligned}$$

Функция неустойчивости

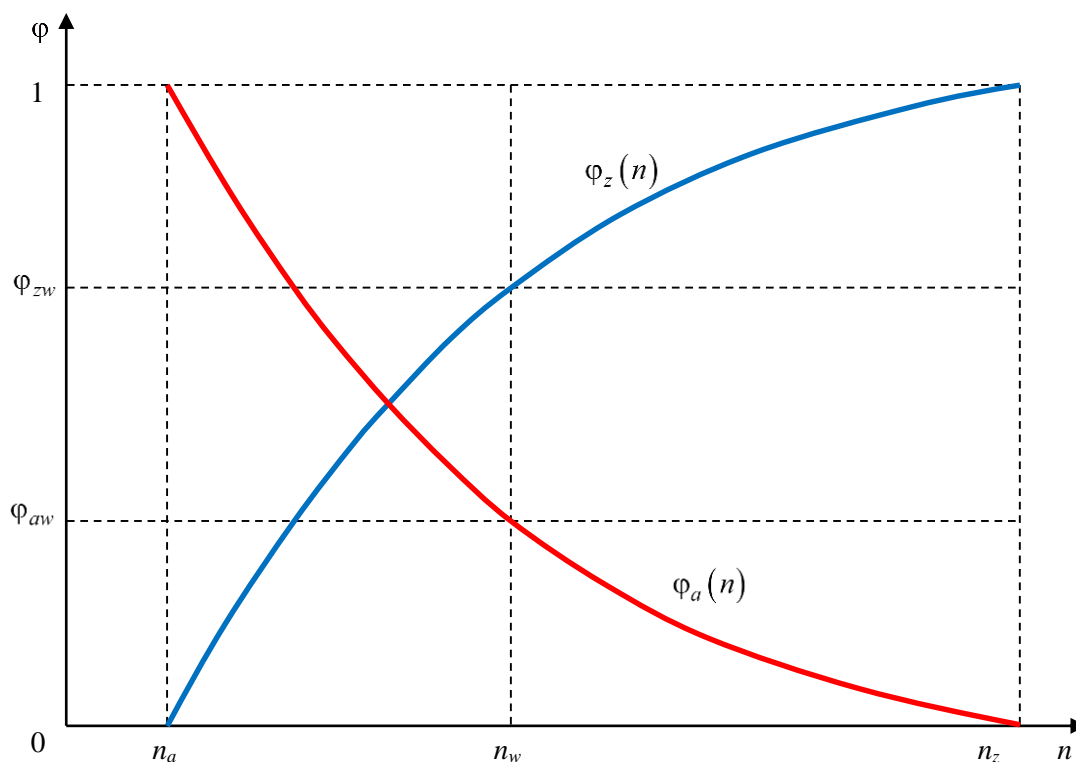
$$\begin{aligned} \varphi_z(n) &= 0,680 + 6,825 \cdot 10^{-2}(n-8) - \\ &- 5,456 \cdot 10^{-3}(n-8)^2 + 1,977 \cdot 10^{-4}(n-8)^3. \end{aligned}$$

Очевидно, что аргументом обеих функций является частота колебаний.

По известной функции устойчивости и ее предельным значениям (нуль и единица) находят конкретные значения границ отрезка $[n_a, n_z]$.

$$n_a = 1,8\text{с}^{-1}, \quad n_z = 17,2\text{с}^{-1}.$$

Функции статуса для полученных данных представлены на рисунке.



Функции статуса:

$\varphi_a(n)$ — функция устойчивости, $\varphi_z(n)$ — функция неустойчивости

Статус дисперсного материала на оптимальной частоте колебаний $n_w = 8\text{с}^{-1}$ является композицией его предельных статусов

$$\xi = \varphi_a(n_w)\xi_a + \varphi_z(n_w)\xi_z = 0,32\xi_a + 0,68\xi_z. \quad (6)$$

Для выполнения инженерных расчетов композицию предельных статусов целесообразно обобщить на массу дисперсного материала m . С этой целью в формуле (6) достаточно заменить величины ξ на величины m (формально разделить (6) на ξ и умножить на m).

$$m = \varphi_a(n_w)m_a + \varphi_z(n_w)m_z = 0,32m + 0,68m.$$

Это выражение наглядно демонстрирует, что (условно) часть дисперсного материала ($0,32m$) осуществляет колебания вместе с платформой, увеличивая суммарную инерционную нагрузку, при этом другая часть дисперсного материала ($0,68m$) перемещается по платформе, увеличивая суммарную диссипативную нагрузку (тепловые потери).

Этот метод является универсальным и применим для самых разнообразных систем с иными статусами и параметрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов И. П. Теоретические предпосылки создания мультиинертного осциллятора // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2020. № 1(145). С. 15—19.
2. Попов И. П. Резонансы и антирезонансы в механических системах // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2021. № 2(147). С. 14—22.
3. Попов И. П. Свободные гармонические колебания без использования потенциальной энергии // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2022. № 4(156). С. 9—12. DOI: 10.52190/1729-6552_2022_4_9
4. Попов И. П. Символическое представление вынужденных колебаний разветвленных механических систем // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2021. № 72. С. 118—130. DOI: 10.17223/19988621/72/10
5. Попов И. П. Источники гармонических силы и скорости в мехатронных автоматических системах. Мехатроника, автоматизация, управление. 2021. Т. 22. № 4. С. 208—216. <https://doi.org/10.17587/mau.22.208-216>
6. Попов И. П. Условно-ортогональные механические мощности // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2019. № 4(144). С. 15—17.
7. Попов И. П. Электромагнитный маховик для ориентирования орбитальных объектов // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2019. № 2. С. 15—17.
8. Попов И. П. Годографы суперпозиций вращений // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2020. № 3(144). С. 41—45.
9. Попов И. П. Инерционная, диссипативная и другие виды механической мощности // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2022. № 1(153). С. 27—31. DOI: 10.52190/1729-6552_2022_1_27
10. Попов И. П. Ротатор с фиксированной скоростью вращения // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2022. № 3(155). С. 3—7. DOI: 10.52190/1729-6552_2022_3_3

MECHANICAL OSCILLATIONS OF A DISPERSED MATERIAL

I. P. Popov

Kurgan State University, Kurgan, Russia

A dispersed material is considered, located on a platform that performs harmonic oscillations. The main problem in establishing the dynamic properties of a dispersed material is the impossibility of calculating the average coefficient of dynamic friction, since its value is influenced by the interaction of dispersed particles with each other in the entire mass of the material, and not only with the surface of the platform. The description of the dynamic status of a dispersed material in the form of a composition of its unstable and stable statuses provides the key to solving this and similar problems.

Keywords: dispersed material, dynamic properties, system status, combination of statuses, platform, stability/instability.

Bibliography — 10 references.

Received July 16, 2023

УДК 519.876.5
DOI: 10.52190/1729-6552_2023_3_13
EDN: PNBOQA

МОДЕЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛИКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛЕТНОГО БОЕВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ ПОДДЕРЖКИ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК

И. В. Малафеев, Д. А. Плахтеев, Ю. С. Скрипниченко

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Статья посвящена созданию модельно-методического инструмента для формирования обликковых характеристик вертолетного боевого комплекса (ВБК) на этапе концептуального проектирования. Показано, что без проведения предварительных исследований с применением математического моделирования и теории исследования операций невозможно принять правильное решение о создании авиационной техники такого класса. Представленный модельно-методический аппарат позволяет получать результаты, которые можно использовать не только на этапах концептуального проектирования, но и на последующих этапах разработки авиационной техники для корректировки разрабатываемых технических решений.

Ключевые слова: моделирование, вертолетный боевой комплекс, армейская авиация, боевая эффективность, исследование операций, авиационные средства поражения, обликковая синтез-модель, внешнее проектирование.

В условиях изменяющегося характера боевых действий, боевых возможностей противоборствующих сторон, появления новых образцов вооружений и информационных технологий всё большее значение приобретает оценка боевой эффективности вертолетных боевых комплексов, разрабатываемых в первую очередь. Без теоретических исследований, проводимых на основе математического моделирования с применением теории боевой эффективности и исследования операций, уже нельзя обосновать необходимость принятия решений в области рациональных путей развития перспективных вертолетных боевых комплексов (ВБК) армейской авиации.

Рассмотрена операция, в которой вертолетные комплексы оперирующей стороны (ОС) осуществляют боевые вылеты в условиях противодействия противоборствующей стороны (ПС), поэтому важнейшими факторами, определяющими обликковые характеристики ВБК, являются: параметры комплекса авиационного вооружения, такти-

ко-технические характеристики ВБК, мероприятия по повышению боевой живучести и выживаемости.

В рамках проведенной работы была поставлена и решена задача создания модельно-методического аппарата формирования обликковых характеристик вертолетного боевого комплекса для выполнения задач поддержки сухопутных войск. В качестве критерия выбора рациональных обликковых характеристик был предложен показатель $(C_{гр})$ — затраты на создание группировки, предназначенной для выполнения заданного объема задач $(W_{зад})$.

$$a^* = \arg \min_{a \in A} \max_{b \in B} \int_{d \in D} \max_{g \in G} \int_{z \in Z} C_{гр}(a, b, d, g, z) f(z) dz, \quad (1)$$

при ограничениях $W \geq W_{зад}$,

где a^* — рациональные (с точки зрения выбранного критерия) значения технических характеристик ВБК;

a — совокупность технических характеристик ВБК ОС;

A — множество возможных значений технических характеристик ВБК ОС;

d — совокупность тактических решений ОС;

D — множество возможных значений тактических решений ОС;

Малафеев Иван Вячеславович, старший преподаватель.

E-mail: rus-vanya@yandex.ru

Плахтеев Дмитрий Александрович, студент.

E-mail: d.plahteev@yandex.ru

Скрипниченко Юрий Станиславович, старший преподаватель.

E-mail: torin_camarillo@mail.ru

Статья поступила в редакцию 15 июля 2023 г.

© Малафеев И. В., Плахтеев Д. А., Скрипниченко Ю. С., 2023

b — совокупность характеристик ПС;
 B — множество возможных значений характеристик ПС;
 g — совокупность тактических решений ПС;
 G — множество возможных тактических решений ПС;
 z — совокупность случайных условий применения ВБК, для которой известна функция плотности распределения $f(z)$ на всей области допустимых значений Z .

Технологически определение рациональных обликовых характеристик ВБК реализуется следующими взаимоувязанными процессами: генерация вариантов облика ВБК, оценка эффективности вариантов группировок ВБК при выполнении совокупности боевых задач [1, 2]. Важно отметить следующее допущение: рассматривается однородная группировка ВБК.

Для решения поставленной задачи был разработан специальный инструментарий — модельно-методический аппарат, представляющий собой совокупность математических моделей, организованных по блочно-иерархическому принципу. Структурная схема модельно-методического аппарата представлена на рис. 1.

На схеме применены следующие обозначения:

\bar{X} — вектор характеристик ВБК;
 $P_{\text{пор}}$ — вероятность поражения ВБК;
 $G_{\text{пбж}}$ — вес мероприятий повышения БЖ для ВБК;
 ΔN — потери ВБК при бое с целью;
 $N_{\text{Пасп}}$ — полигонный наряд АСП;
 C — стоимость одного ВБК.

В основе процесса моделирования заложена формализация фрагмента боевой операции — действия армейской авиации при поддержке сухопутных войск. Для этого определены типы расчетных боевых задач (РБЗ) и рассматривается поражение характерных для ВБК целей: сухопутные войска на марше и в районах сосредоточения, средства противовоздушной обороны (ПВО), укрепленные позиции противника, площадки базирования авиационных группировок, инженерные сооружения и другие стационарные объекты. Выполнение одной РБЗ состоит из фаз: подготовка к вылету на аэродроме; полет к площадкам подскока и ожидания вызова на выполнение боевой задачи; полет в район боевых действий; подготовка к атаке; атака цели и уход из зоны объектов ПВО ПС; полет к основному району базирования (аэродрому) [3]. Схема операции представлена на рис. 2.

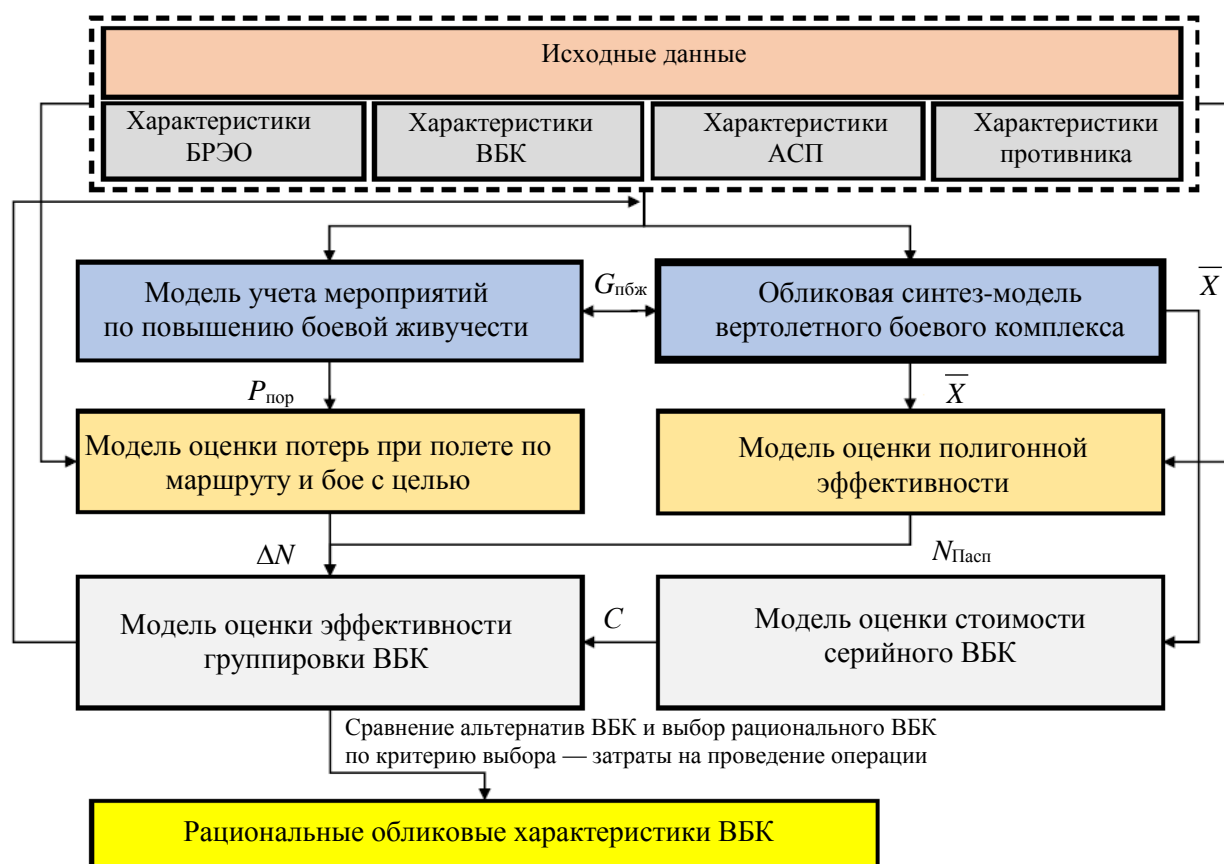


Рис. 1. Структурная схема модельно-методического аппарата

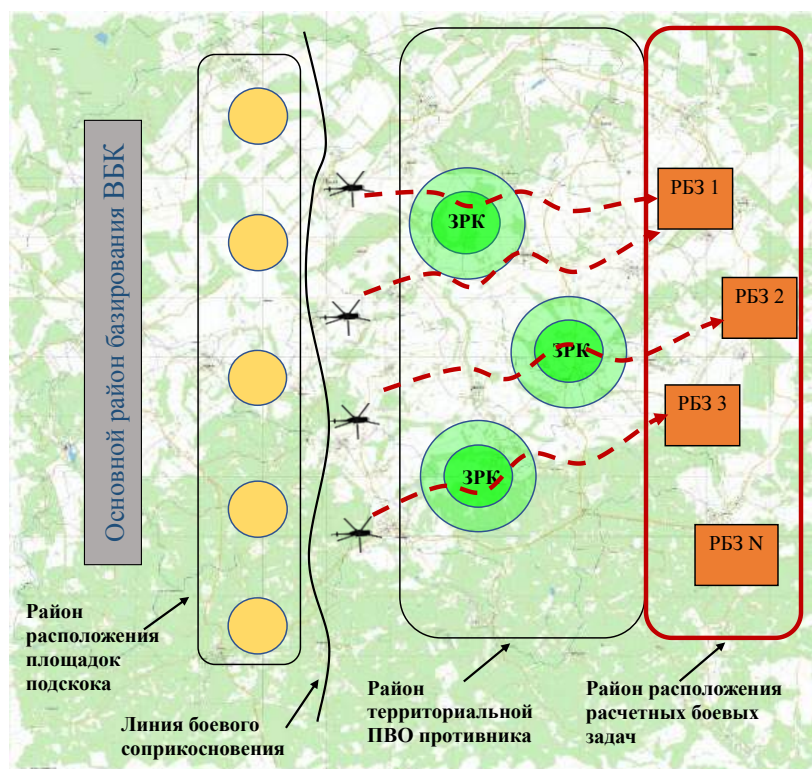


Рис. 2. Упрощенная схема фрагмента боевой операции

Для генерации характеристик альтернативных вариантов ВБК использована обликотез-модель. Её структурная схема представлена на рис. 3.

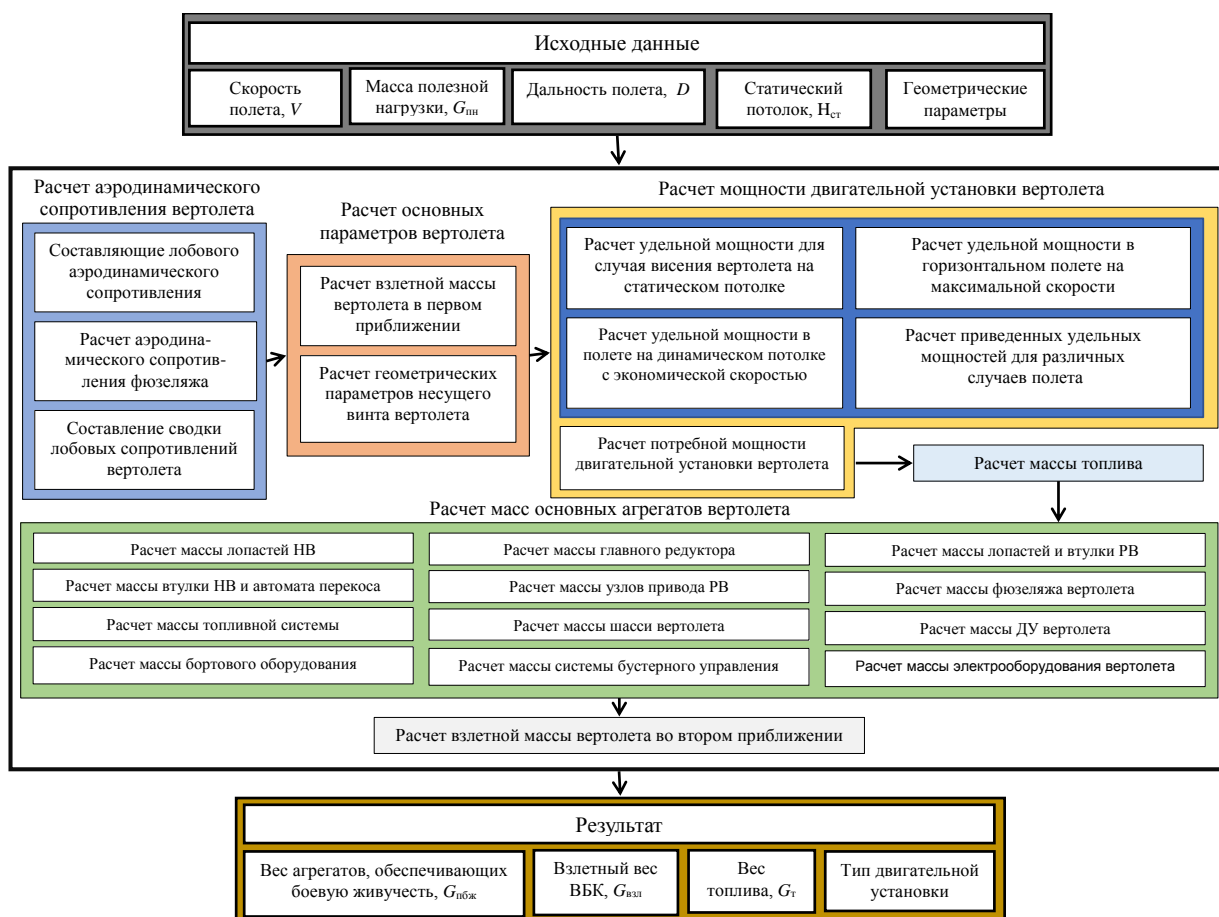


Рис. 3. Структурная схема обликотез-модели ВБК

Обликовая синтез-модель предназначена для определения основных обликовых характеристик ВБК классической и соосной схем (в случае определения характеристик ВБК соосной схемы блоки расчета масс элементов рулевого винта не используются, а при расчетах в остальных блоках используются соответствующие коэффициенты и параметры).

Модель позволяет определить:

- взлетную массу вертолета в первом приближении на основе аналогового подхода;
- мощность и тип двигательной установки с учетом заданных летных характеристик и массы вертолета, схемы вертолета и параметров несущего винта;
- массу топлива, необходимого для выполнения полета на заданную дальность;
- массы отдельных агрегатов и частей по формулам, полученным на основе статистических весовых коэффициентов с учетом конструктивных особенностей элементов вертолета;
- массу пустого вертолета и взлетную массу во втором приближении

$$m_0^2 = \frac{m_{ц.н} + m_{эк} + m_{об}}{1 - (\bar{m}_{с.у} + \bar{m}_{кон} + \bar{m}_T)}. \quad (2)$$

Важной особенностью при генерации альтернативных вариантов ВБК является учет мероприятий по повышению боевой живучести вертолета. При генерации альтернатив происходит распределение массы на обеспечение мероприятий по боевой живучести, что влияет в итоге на вероятность поражения ВБК при взаимодействии с системой ПВО ПС, получаемую в операционных моделях оценки боевой эффективности. Массу, направленную на реализацию мероприятий по повышению боевой живучести, определяют внешней моделью учета мероприятий по боевой живучести [4].

Характеристики сформированных альтернативных вариантов, используемых вариантов боекомплектов, а также условия проведения операции используют в моделях нижнего уровня — модели полигонной эффективности и модели оценки потерь при полете по маршруту и бое с целью.

Модель полигонной эффективности предназначена для оценки полигонного наряда ВБК (N_n), необходимого для выполнения задачи поражения цели с заданной эффективностью без учета ПВО. В модели требуемый уровень поражения цели задается исследователем в соответствии с нормами поражения для рассматриваемых целей при вы-

полнении РБЗ. Эта модель позволяет производить оценку полигонной эффективности ВБК для различных видов вооружения, как управляемого, так и неуправляемого, для различных условий применения по одиночным, групповым и площадным целям. Моделирование процесса применения ударного оружия полностью базируется на подходах, приведенных в [5]. Для каждой РБЗ может быть выбран рациональный тип боекомплекта.

Для оценки уровня потерь ВБК на различных участках (этапах) атаки цели (на маршруте полета к цели и на этапе боя с целью) используется математическое ожидание числа пораженных ВБК к моменту времени t в ходе преодоления зон действия средств ПВО, которое определяют по формуле

$$\Delta N(t) = \sum_{j=1}^{N_{ВБК}} P_{ВБК_j}(t) \quad (3)$$

где $P_{ВБК_j}(t)$ — вероятность поражения j -го ВБК к моменту времени t при взаимодействии с ПВО противника;

$N_{ВБК}$ — число ВБК в группе.

Вероятность поражения одного j -го ВБК определяют из следующего выражения

$$P_{ВБК_j}(t) = 1 - \prod_{i=1}^{M_{зск}(t)} (1 - P_{зск_i}) \times \prod_{k=1}^{M_{зркмд}(t)} (1 - P_{зркмд_k}) \prod_{l=1}^{M_{зрксл}(t)} (1 - P_{зрксл_l}) \times \prod_{m=1}^{M_{зрkbd}(t)} (1 - P_{зрkbd_m}), \quad (4)$$

где $M_{зск}(t)$, $M_{зркмд}(t)$, $M_{зрксл}(t)$ и $M_{зрkbd}(t)$ — число эпизодов перехвата к моменту времени t для j -го ВБК средствами ПВО (зенитно-стрелковые комплексы, зенитно-ракетные комплексы малой, средней и большой дальности соответственно);

$P_{зск_i}$, $P_{зркмд_k}$, $P_{зрксл_l}$, $P_{зрkbd_m}$ — вероятность поражения ВБК в каждом i -м, k -м, l -м и m -м боевом эпизоде перехвата ВБК средствами ПВО (зенитно-стрелковые комплексы, зенитно-ракетные комплексы малой, средней и большой дальности соответственно).

Моделью верхнего уровня, которая учитывает значения локальных показателей при выполнении каждой РБЗ (показатели потерь на маршруте и при бое с целью, а также полигонные наряды ВБК), является модель оценки эффективности группировки ВБК (структурная схема модели представлена на рис. 4). Модель была разработана с применением подходов, описанных в [6, 7].



Рис. 4. Модель оценки эффективности группировки ВБК

В модели оценки эффективности группировки ВБК рассматривают систематические боевые действия вертолетов в армейской операции, длящейся T_k часов. Решается задача определения количества вертолетов в группировке, которым необходимо выполнить заданный объем задач, возникающих на различных участках боевых действий в армейской операции $W \geq W_{зад}$. В начале моделирования задается начальный парк вертолетов (обычно, заведомо не выполняющий необходимый объем задач), и путём параметрических исследований происходит наращивание группировки до тех пор, пока не будут достигнуты заданные ограничения.

Перед началом моделирования операции часть вертолетов, задаваемая параметром в исходных данных, равномерно распределяют на заданном количестве площадок подскока. На каждую площадку выделяется целое число звеньев вертолетов. Остальные вертолеты парка располагают на основном аэродроме и пополняют по мере необходимости звенья, несущие потери в процессе боевых действий. Площадки располагают равномерно вдоль ЛБС на равном удалении от нее, а базовый аэродром на удалении L от ЛБС (блок распределения площадок подскока по зонам ответственности РБЗ). Предполагается, что на соседних участках фронта площадки расположены идентично. Таким

образом, координаты площадок и расстояние до них от базового аэродрома могут быть легко рассчитаны. Момент появления очередной задачи определяют по интенсивности (плотности) суммарного потока задач $\lambda_\Sigma = \sum_j \lambda_j$ в предположении о том, что составляющие потоки всех типов задач — пуассоновские и имеют интенсивность λ_j (блок розыгрыша появления РБЗ). Однако существует возможность использовать и иное распределение задач или задавать их фиксировано. Координаты каждой вновь появившейся задачи имеют равномерное распределение в некоторой полосе, параллельной ЛБС.

Каждая боевая задача характеризуется допустимым временем ее выполнения $T_{вып}$, являющимся заданной величиной в зависимости от характера РБЗ, известной оперирующей стороне в момент появления заявки на выполнение задачи. С применением модели полигонной эффективности ВБК и модели оценки потерь ВБК при преодолении ПВО и бое с целью для всех задач формируется матрица боевых нарядов вертолетов. В блоке определения боевых нарядов соответственно происходит суммирование потерь и полигонных нарядов для получения соответствующих оценок боевой эффективности ВБК по всем РБЗ (5).

$$N_6^i = \Delta N_\Sigma^i + N_{пол\ наряд\ i} \quad (5)$$

Далее происходит имитационно-аналитическое моделирование процессов выполнения задач группировкой ВБК. После поступления заявки, т. е. появления задачи, с ближайших к месту расположения цели площадок собирается группа ВБК для ее выполнения (боевой наряд ВБК). Если группу набрать не удастся (нет готовых вертолетов для выполнения задачи), то заявку считают потерянной (задача не решена).

Время, необходимое на полет до мест базирования, техническое обслуживание, отдых экипажа, задают заранее для каждого РБЗ и динамически учитывают в процессе моделирования операции в блоке оценки времени на выполнение задач. Здесь же производится проверка на ограничение по времени выполнения всей операции.

В блоке определения состояния парка ВБК производится динамический учет количественных и временных показателей операции. За время проведения всей операции часть заявок (задач) будет выполнена, а часть — потеряна. Определяется

оценка вероятности выполнения всех задач как отношение числа выполненных "заявок" к общему числу поступивших (6).

$$W = \frac{n - n_m}{n} \quad (6)$$

При выполнении условия $W < W_{\text{зад}}$ производят наращивание группировки до тех пор, пока не будет выполнен заданный объем задач. Такая группировка и является искомой в исследовании ($N'_{\text{ВБК}}$).

Для оценки затрат на создание группировки для выполнения заданного объема задач ($W_{\text{зад}}$) в контуре модельно-методического аппарата используют модель оценки стоимости серийного ВБК. Исходными данными для неё являются характеристики ВБК, полученные с применением обликотой синтез-модели. Модель была разработана на основе подходов, описанных в [8]. На рис. 5 приведена структурная схема этой модели.

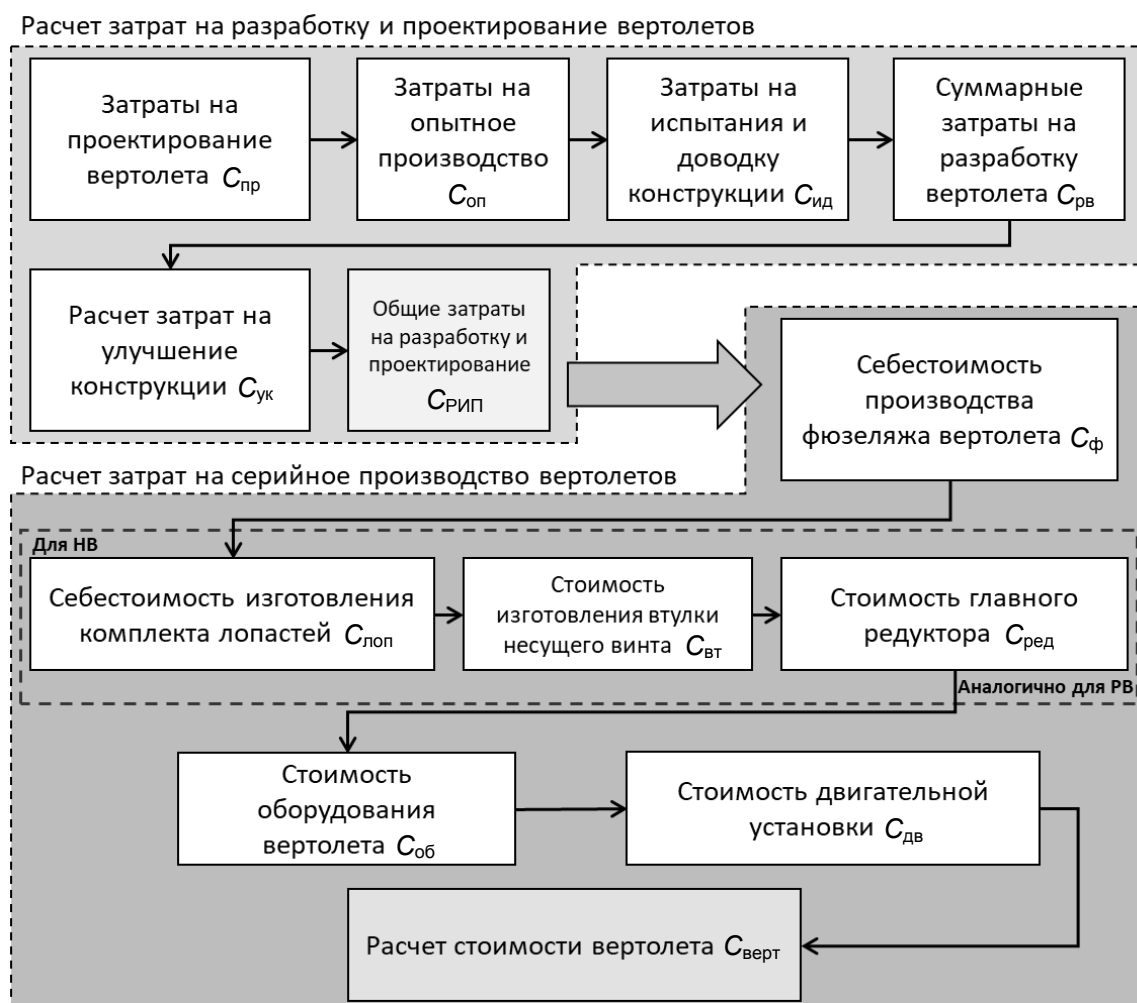


Рис. 5. Модель оценки стоимости серийного ВБК

Модель оценки стоимости серийного ВБК позволяет оценить затраты на разработку и проектирование, а также затраты на серийное производство. Затраты на серийное производство складываются из себестоимостей производства фюзеляжа, изготовления комплекта лопастей, изготовления втулки несущего винта (НВ), главного редуктора, оборудования вертолета и стоимости приобретаемых двигателей. Для расчета затрат используют эмпирические формулы, полученные на основе анализа статистических стоимостных данных. Итоговые затраты на группировку ВБК рассчитывают по формуле (7).

$$C_{гр} = \left(\left[C_{ф} + C_{лоп} + C_{вт} + C_{ред} + (C_{об} + C_{дв}) K_{пги}^p \right] K_{сз}^p \right) \times (7) \\ \times N'_{ВБК} + C_{рип}$$

где $C_{ф}, C_{лоп}, C_{вт}, C_{ред}, C_{об}, C_{дв}$ — стоимости фюзеляжа, комплекта лопастей, втулки НВ, редуктора, оборудования, двигателей соответственно;

$K_{пги}^p$ — коэффициент рентабельности для купных готовых комплектующих изделий;

$K_{сз}^p$ — коэффициент рентабельности для собственных затрат предприятия;

$C_{рип}$ — затраты на разработку и проектирование;

$N'_{ВБК}$ — количество ВБК в сформированной группировке.

Исследование с применением описанного модельно-методического аппарата проводят до тех пор, пока не будут выявлены рациональные характеристики ВБК, удовлетворяющие задаче исследования (1).

В рамках подтверждения работоспособности реализованного модельно-методического аппарата был проведен ряд исследований. На первом этапе с применением обливковой синтез-модели были получены альтернативные варианты обливковых характеристик ВБК для различных значений полезной нагрузки и дальностей применения ВБК с учетом различных диапазонов массы, затраченной на мероприятия по повышению боевой живучести. Далее, с применением описанного модельного аппарата были получены оценки, позволившие сделать выводы о рациональных боекомплектах при действии по рассматриваемой номенклатуре наземных целей. В качестве типового конфликта рассматривали локальный конфликт высокой интенсивности. Затем, с применением модели оценки эффективности группировки ВБК были получены средние значения количества ВБК на площадках подскока для различных типов ВБК легкого, среднего и тяжелого классов (ЛВБК, СВБК и ТВБК соответственно). Результаты полученных оценок приведены на рис. 6. Из этих результатов можно сделать вывод о рациональном диапазоне масс для этих классов ВБК.

На рис. 7 приведены итоговые результаты исследования.

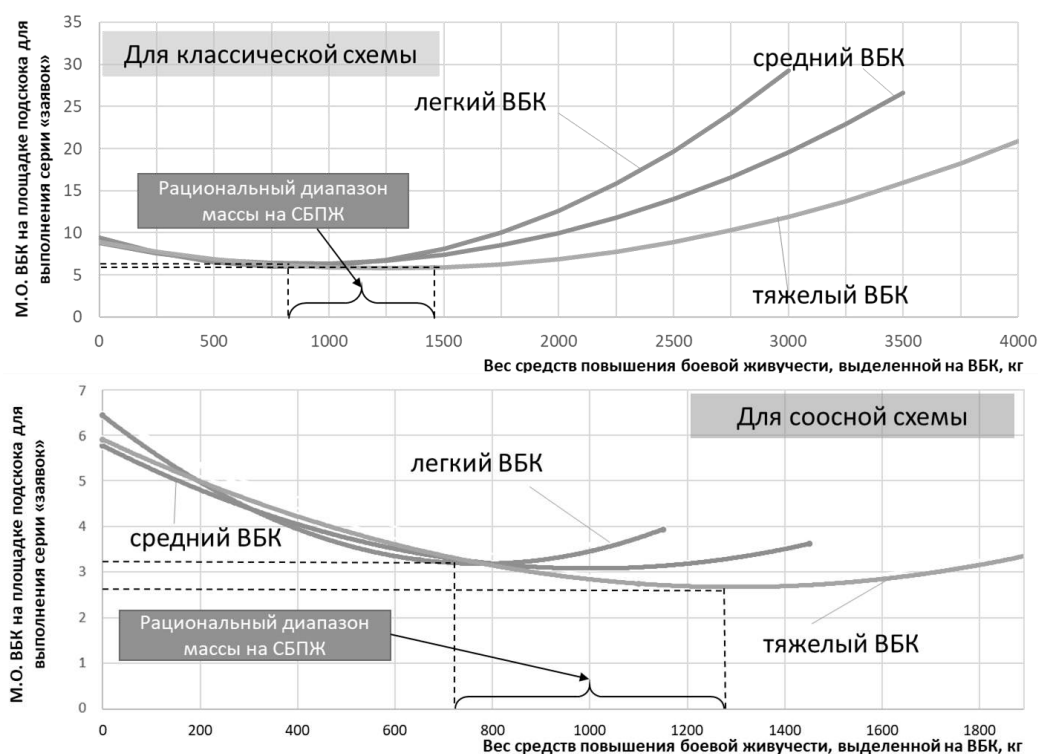


Рис. 6. Результаты оценки боевой эффективности вариантов ВБК различных классов

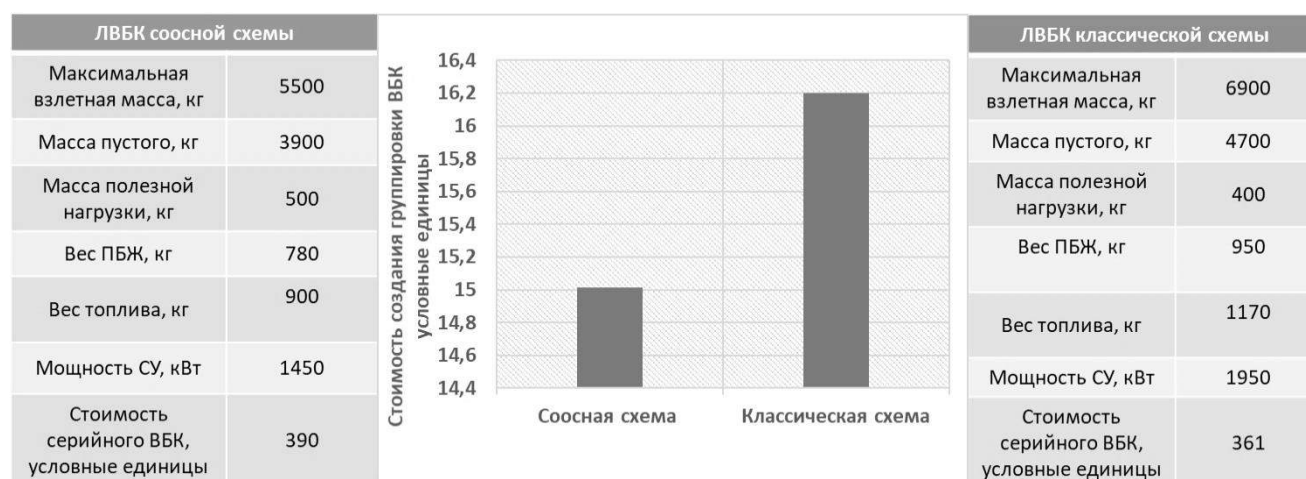


Рис. 7. Итоговые результаты исследования

Данные результаты демонстрируют характеристики рациональных типов ВБК и затраты на создание группировки ВБК для выполнения совокупности задач в рамках заданного типового конфликта. Наилучшим в данном исследовании является ВБК соосной схемы. В заключение можно отметить следующее: в процессе создания модельно-методического аппарата был проведен анализ систем и условий их функционирования, предложена система показателей эффективности, разработана структура модельно-методического аппарата, созданы математические модели оценки эффективности ВБК во фрагментах операций, оценки эффективности группировки, обликосая синтез-модель формирования альтернативных вариантов ВБК классической и соосной схем.

Результатом проделанной работы является модельно-методический инструментарий для определения основных обликосых параметров ВБК для различных конфликтных ситуаций, позволяющий получать рациональные тактико-технические характеристики ВБК, состав комплекса авиационного вооружения, а также исследовать различные способы применения, качественный и количественный состав группировки ВБК для решения заданного объема задач. Аппарат был опробован и применен в серии практически значимых исследований; позволяет получать результаты, которые можно использовать не только на этапах концептуального проектирования, но и на других этапах разработки авиационной техники для корректировки разрабатываемых технических решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сулов П. С., Скрипниченко Ю. С.** Модельно-методический аппарат обоснования облика вертолетного боевого комплекса для выполнения ударных задач: тез. докл. "Авиация и космонавтика — 2017". — М.: МАИ (НИУ), 2017. С. 64—65.
2. **Тищенко М. Н., Некрасов А. В., Радин А. С.** Вертолеты. Выбор параметров при проектировании. — М.: Машиностроение, 1976.
3. **Никифоров Н. С., Скрипниченко Ю. С.** Разработка модельно-методического аппарата для формирования требований к обликосым характеристикам перспективных АБК армейской авиации: сб. докл. "Моделирование авиационных систем". — М.: ГИЦ ФГУП "ГосНИИАС", РАН, РФФИ, 2011. С. 199—202.
4. **Левков В. Г., Остапенко И. И., Скрипниченко Ю. С.** Модельно-методический аппарат определения рациональных характеристик ВБК и его КАВ для выполнения совокупности боевых операций с учетом функционирования в условиях использования автоматизированных средств управления боевыми действиями: тез. докл. юбилейной Всеросс. науч.-техн. конф. "Авиационные системы в XXI веке". — М., 2022. С. 45—46.
5. **Васильев С. С., Скрипниченко Ю. С., Филатов И. И.** Система математических моделей оценки эффективности нанесения ущерба наземным целям: сб. докл. "Авиационные системы в XXI веке". — М., 2017. С. 162—168.
6. **Топоров Б. П., Рябчик Г. А.** Исследование операций авиационных комплексов. Математические модели операций боевых вертолетов: учеб. пособие. — М.: МАИ, 1979.
7. **Скрипниченко Ю. С., Овчинников Д. И., Ермолаева Е. А.** Система математических моделей определения рационального состава группировки авиационных боевых комплексов: тез. докл. "Авиация и космонавтика — 2017". — М.: МАИ (НИУ), 2017. С. 59—60.
8. **Проскурин В. Д.** Расчет параметров вертолета на этапе предварительного проектирования: учеб. пособие. — Оренбург: ОГУ, 2014.

EXTERNAL CHARACTERISTICS SHAPING MODEL-METHODOLOGICAL TOOLKIT FOR COMBAT HELICOPTERS TO CARRY OUT GROUND SUPPORT TASKS

I. V. Malafeev, D. A. Plahteev, Yu. S. Skripnichenko

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

The article is devoted to the creation of a model-methodological tool for the formation of the external characteristics of combat helicopters at the stage of conceptual design. At present, without conducting preliminary research using mathematical simulation and the theory of operational research, it is impossible to make a correct decision on the creation of aviation equipment of this class. The model-methodological apparatus presented in the article allows obtaining results, which can be used not only at the stages of conceptual design, but also at the subsequent stages of development of aviation equipment to correct technical solutions.

Keywords: simulation, combat helicopters, army aviation, combat effectiveness, operational researches, aviation weapons, shape synthesis model, external design.

Bibliography — 8 references.

Received July 15, 2023

УДК 621.311:004.9

DOI: 10.52190/1729-6552_2023_3_22

EDN: QFXWSN

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМПЕНСАЦИИ ПЕРЕКОСА ФАЗНЫХ (ЛИНЕЙНЫХ) НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Д. В. Самохин; В. И. Самохин, канд. техн. наук; А. В. Гуреев, канд. техн. наук;

М. М. Камолов, д-р филос. (PhD)

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»,
г. Зеленоград, Москва, Россия

Рассмотрены вопросы компенсации перекосов напряжений в электроэнергетических сетях. Показано, что перекося напряжений в несколько процентов приводит к существенным потерям электроэнергии в электроприводе и снижению его мощности. Использование стабилизаторов напряжения или симметрирующих трансформаторов снижает надежность электроэнергетических систем предприятий, кроме того они имеют значительные массогабаритные характеристики. Предложен новый способ компенсации перекосов напряжений, основанный на использовании конденсаторов, выполняющих функцию компенсации реактивной мощности.

Ключевые слова: перекося напряжения, автоматизация, компенсация, экономия электроэнергии, несимметрия, электропривод, вращающееся магнитное поле, обратная последовательность, адаптация.

В настоящее время вопросу экономии электроэнергии уделяется все возрастающее внимание во всем мире. В нашей стране этому посвящен Федеральный закон 261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности".

Экономия электроэнергии происходит за счет проведения мер по улучшению ее качества, основными из которых являются компенсация реактивной мощности, снижение несимметрии питающих токов и напряжений, фильтрация высших гармоник, снижение пусковых токов и др. [1].

Потери электроэнергии из-за несимметрии питающих токов и напряжений (перекося фаз) проявляются особенно на предприятиях, где существенную долю нагрузки составляет электропривод. Как известно, работа электродвигателя осуществляется за счет вращающегося магнитного поля, создаваемого статорной обмоткой, при подключении ее к сети. Если система питания симметрична, магнитное поле круговое и практически вся энергия, отбираемая из сети, затрачивается на

совершаемую работу. При несимметрии питающих напряжений, согласно методу симметричных составляющих, кроме основного (прямого) магнитного поля, возникают нулевая и обратная последовательности [2–4].

Магнитное поле обратной последовательности создает вращающий момент на валу двигателя обратного направления, т. е. создает тормозящее действие, что приводит к увеличению потребляемой из сети энергии без совершения полезной работы, приводя к потерям. Нулевая последовательность не создает вращающего момента, но может приводить в определенные моменты времени к насыщению магнитной системы электродвигателя, что вызывает дополнительные потери. Кроме того, перекося фазных напряжений могут привести к неустойчивости управления запуском электродвигателей, т. е. спонтанно выдавать команды на их пуск или останов, к дополнительной вибрации в электродвигателях, сокращая срок их службы, к дополнительному нагреву обмоток двигателя [3–16].

По информации, приведенной по результатам измерений, относительно небольшая несимметрия напряжений (например, до 2 %) на зажимах асинхронного двигателя приводит к значительному увеличению потерь мощности (до 33 % в статоре и 12 % в роторе) [1].

Как правило, снижение перекося фазных напряжений практически невозможно обеспечить путем равномерного распределения нагрузки по фазам, поэтому для компенсации перекосов напряжений в сети используют однофазные или

Самохин Дмитрий Викторович, старший преподаватель.

E-mail: opposite1984@mail.ru

Самохин Виктор Иванович, доцент.

E-mail: samokhin.1951@mail.ru

Гуреев Александр Васильевич, доцент, профессор.

E-mail: re@miee.ru

Камолов Мухаммаджон Мутайибович, старший преподаватель.

E-mail: kamolov.m_93@mail.ru

Статья поступила в редакцию 16 июля 2023 г.

© Самохин Д. В., Самохин В. И., Гуреев А. В.,
Камолов М. М., 2023

трехфазные стабилизаторы напряжения или специальные симметрирующие трансформаторы [3—8]. Однако они фактически не решают поставленной задачи, так как потребляют значительное количество электроэнергии, требуют значительных сервисных расходов, включаются в разрыв сети, сами становятся мощными источниками реактивной энергии индуктивного характера, имеют значительный вес и габариты.

Рассмотрим процессы, происходящие в электрической сети при использовании адаптивных автоматизированных комплексов энергосбережения, в которых компенсирующие конденсаторы собраны в звезду, с подключением к нулевому проводу (рис. 1).

На схеме:

R_A, R_B, R_C — активные сопротивления фаз нагрузки;

L_A, L_B, L_C — индуктивности фаз нагрузки;

C_A, C_B, C_C — компенсатор емкостного типа;

$\dot{I}_{CA}, \dot{I}_{CB}, \dot{I}_{CC}$ — токи сети по фазам A, B, C ;

$\dot{I}_{HA}, \dot{I}_{HB}, \dot{I}_{HC}$ — токи нагрузки по фазам A, B, C ;

$\dot{I}_{AK}, \dot{I}_{BK}, \dot{I}_{CK}$ — токи компенсатора по фазам A, B, C .

На рис. 2 представлена векторная диаграмма токов и напряжений для такого случая.

На векторной диаграмме напряжения $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ соответствуют работе трансформатора на холостом ходу. При включении потребителя электроэнергии напряжения снижаются пропорционально нагрузкам (токам нагрузок по фазам). Напряжения $\dot{U}'_A, \dot{U}'_B, \dot{U}'_C$ — фазные напряжения при включенной нагрузке, причем наиболее загруженная фаза A , а наименее — фаза C . Это видно по значениям фазных токов нагрузки $\dot{I}_{AH}, \dot{I}_{BH}, \dot{I}_{CH}$ (рис. 2).

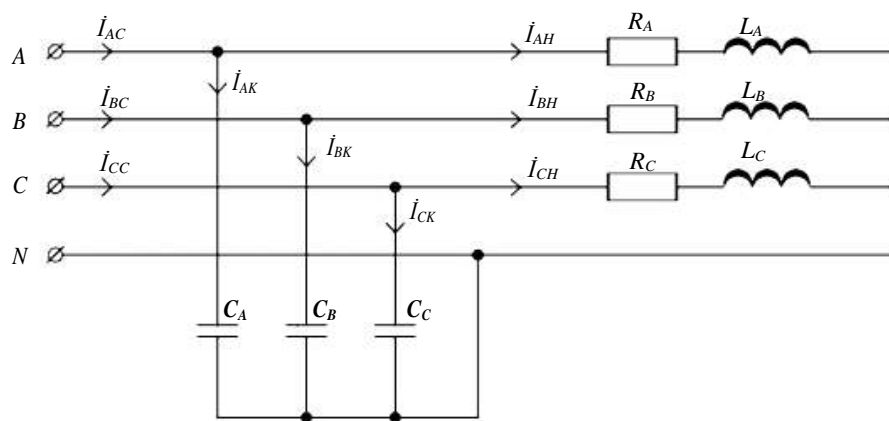


Рис. 1. Схема подключения адаптивного компенсатора реактивной мощности с подключением к нулевому проводу

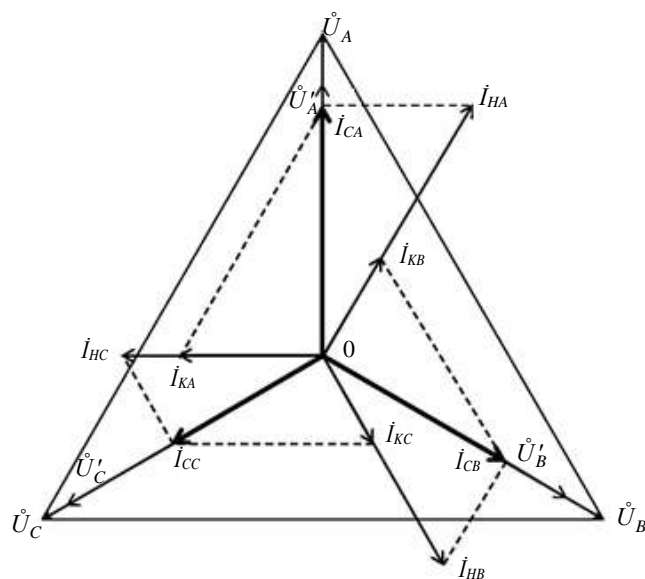


Рис. 2. Векторная диаграмма токов и напряжений при подключении адаптивного компенсатора реактивной мощности с подключением к нулевому проводу

При подключении компенсатора реактивной мощности возникают компенсирующие токи, соответственно, $\dot{I}_{KA}, \dot{I}_{KB}, \dot{I}_{KC}$, опережающие напряжения $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ на 90° . Тогда, согласно первому закону Кирхгофа, токи сети:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{CA} &= \dot{I}_{KA} + \dot{I}_{AH}; \quad \dot{I}_{CB} = \dot{I}_{KB} + \dot{I}_{BH}; \\ \dot{I}_{CC} &= \dot{I}_{KC} + \dot{I}_{CH}. \end{aligned} \quad (1)$$

Как видно из векторной диаграммы (рис. 2) токи $\dot{I}_{CA}, \dot{I}_{CB}, \dot{I}_{CC}$ уменьшаются и совпадают по фазе с напряжениями своих фаз (до коммутации эти токи равнялись токам нагрузки $\dot{I}_{AH}, \dot{I}_{BH}, \dot{I}_{CH}$).

Значения I_{CA}, I_{CB}, I_{CC} вычисляют по соотношениям:

$$\begin{aligned} I_{CA} &= I_{HA} \cos \varphi_A; \quad I_{CB} = I_{HB} \cos \varphi_B; \\ I_{CC} &= I_{HC} \cos \varphi_C, \end{aligned} \quad (2)$$

или в процентах:

$$\begin{aligned} \delta I_{CA} &= \frac{I_{HA} - I_{CA}}{I_{HA}} 100 \% = \\ &= \frac{I_{HA} - I_{HA} \cos \varphi_A}{I_{HA}} 100 \% = (1 - \cos \varphi_A) 100 \%; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \delta I_{CB} &= \frac{I_{HB} - I_{CB}}{I_{HB}} 100 \% = \\ &= \frac{I_{HB} - I_{HB} \cos \varphi_B}{I_{HB}} 100 \% = (1 - \cos \varphi_B) 100 \%; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \delta I_{CC} &= \frac{I_{HC} - I_{CC}}{I_{HC}} 100 \% = \\ &= \frac{I_{HC} - I_{HC} \cos \varphi_C}{I_{HC}} 100 \% = (1 - \cos \varphi_C) 100 \%. \end{aligned} \quad (5)$$

Если $\varphi_A = \varphi_B = \varphi_C = 30^\circ$, то $\delta I_{CA} = \delta I_{CB} = \delta I_{CC} = 14 \%$. Тогда пропорционально возрастут напряжения U'_A, U'_B, U'_C . Тем не менее, абсолютные снижения токов сети не одинаковые. Наибольшее снижение тока — в наиболее загруженной фазе (фазе A), это означает, что восстановление напряжения будет больше в этой фазе, а наименьшее — в наименее загруженной (фазе C). В результате в некоторой степени будет происходить снижение перекаса напряжений. Однако для более глубокого снижения перекаса напряжений необходимо выравнивать токи сети по фазам, что в данном случае не происходит.

Рассмотрим ситуацию, когда конденсаторы, компенсирующие реактивную мощность, не подключены к нулевому проводу (рис. 3).

Перекас фаз происходит, как правило, при подключении несимметричной нагрузки. При этом напряжения на фазах нагрузки ($\dot{U}'_A, \dot{U}'_B, \dot{U}'_C$) уменьшаются обратно пропорционально токам фаз нагрузки $\dot{I}_{AH}, \dot{I}_{BH}, \dot{I}_{CH}$. При подключении компенсатора K к несимметричной системе напряжений $\dot{U}'_A, \dot{U}'_B, \dot{U}'_C$ возникает несимметричная система токов компенсатора, при этом токи компенсатора опережают напряжения на его фазах на 90° . Напряжения на фазах компенсатора не равны напряжениям на выходе трансформатора из-за возникающего напряжения смещения нейтрали $U_{00'}$ (рис. 4), определяемого в случае равенства по фазам емкостей компенсатора соотношением:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{00'} &= \dot{U}'_A + \dot{U}'_B + \dot{U}'_C \quad \text{или} \\ \dot{U}_{00'} &= U'_A + U'_B e^{-j120^\circ} + U'_C e^{-j240^\circ} \end{aligned} \quad (6)$$

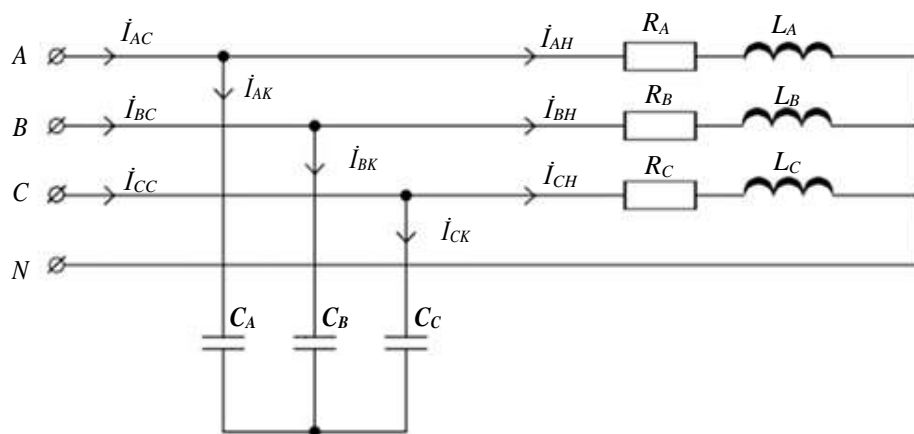


Рис. 3. Схема подключения адаптивного компенсатора реактивной мощности без подключения к нулевому проводу

На рис. 4 представлена векторная диаграмма токов и напряжений в трехфазной системе с подключенным компенсатором, где:

$\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ — фазные напряжения трансформатора при отключенной нагрузке (напряжения холостого хода);

$\dot{U}'_A, \dot{U}'_B, \dot{U}'_C$ — фазные напряжения трансформатора при включенной несимметричной нагрузке активно-индуктивного типа (при этом наиболее загружена фаза A , а наименее — фаза C);

$\dot{I}_{AH}, \dot{I}_{BH}, \dot{I}_{CH}$ — токи нагрузки, соответственно фаз A, B и C ;

$\dot{U}_{00'}$ — напряжение смещения нейтрали трехфазного компенсатора;

$\dot{I}_{AK}, \dot{I}_{BK}, \dot{I}_{CK}$ — токи в фазах компенсатора.

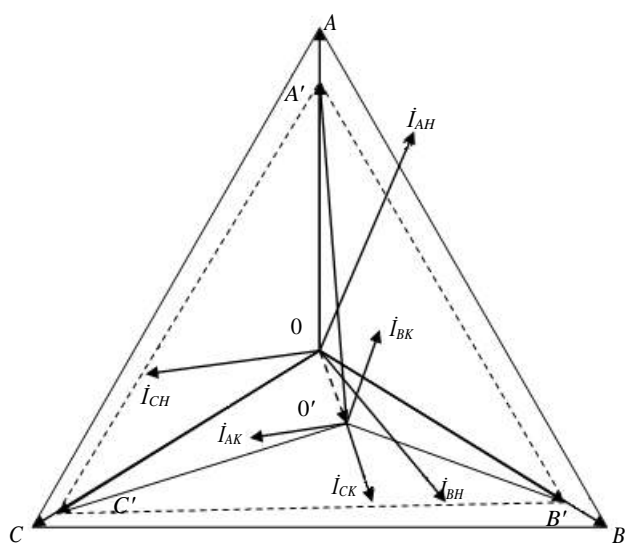


Рис. 4. Векторная диаграмма фазных (линейных) напряжений и токов с подключенной нагрузкой и компенсатором

На рис. 5 показаны векторные диаграммы токов в наиболее загруженной фазе (A) рис. 5, a) и наименее загруженной (C) (рис. 5, b) при включенном компенсаторе.

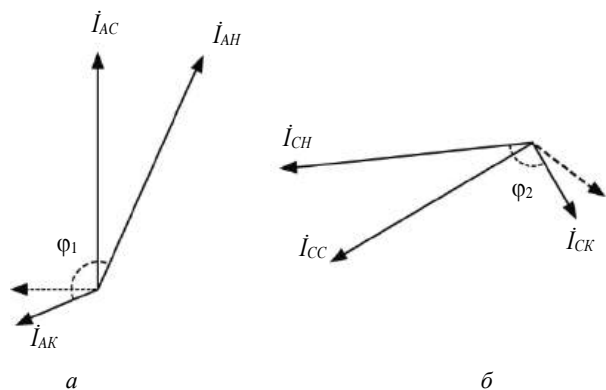


Рис. 5. Векторные диаграммы фазных токов: a — для фазы A ; b — для фазы C

Пунктирными линиями показаны направления токов в компенсаторе в случае подключения нулевой точки компенсатора к нулевому проводу электроэнергетической сети.

Из рис. 5 видно, что без подключения нулевой точки компенсатора к нулевому проводу, угол между током нагрузки \dot{I}_{AH} и током компенсатора \dot{I}_{AK} в наиболее загруженной фазе A увеличивается (становится более тупым) (рис. 5, a), в результате чего ток сети \dot{I}_{AC} уменьшается в большей степени, чем при подключении к нулевому проводу, а в наименее загруженной фазе C угол уменьшается (становится менее тупым) и ток сети снижается в меньшей степени (рис. 5, b). В результате этого сетевые токи \dot{I}_{AC} и \dot{I}_{CC} выравниваются, а также выравниваются напряжения на выходе трансформатора и, соответственно, на нагрузке (рис. 6).

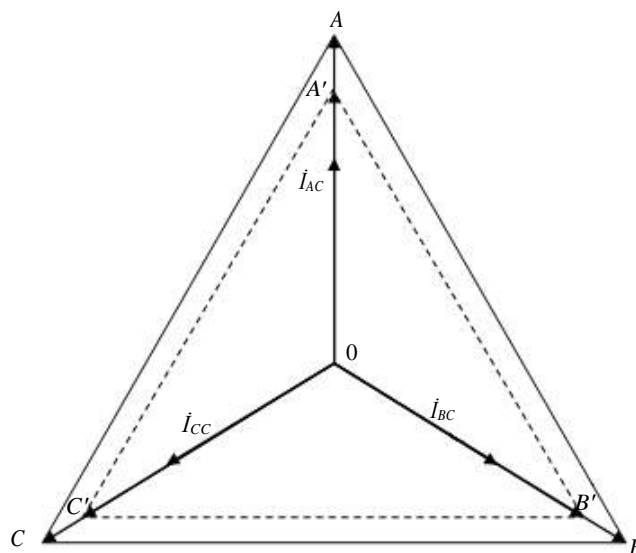


Рис. 6. Векторная диаграмма токов и напряжений при подключении компенсатора с изолированной нейтралью

Вывод

Таким образом, при использовании компенсатора реактивной мощности с изолированной нейтралью происходит выравнивание токов в фазах сети предприятия и, соответственно, выравниваются фазные и линейные напряжения. Следует заметить, что в данном случае компенсация перекоса фазных (линейных) напряжений не требует дополнительных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Самохин В. И., Самохин Д. В., Сухоставский И. В., Бабкин Е. Е.** Основные направления энергосбережения на предприятиях и оборудовании, используемое для энергосбережения // Электронные информационные системы. 2020. № 1(24). С. 63—76.
2. **Бессонов Л. А.** Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Изд. 9 перераб. и доп. — М.: "Высшая школа", 1996. — 638 с.
3. **Зевеке Г. В., Ионкин П. А., Нетушил А. В., Страхов С. В.** Основы теории цепей. Изд. 3-е испр. — М.-Л.: Изд-во "Энергия", 1965. — 444 с.
4. **Joseph Poon, Thaddeus Dryja.** The Bitcoin Lightning Network: Scalable Off-Chain Instant Payments. January 14, 2016 DRAFT Version 0.5.9.2.
5. **Bonneau J., Miller A., Narayanan J., et al.** SoK: Research Perspectives and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies // IEEE Symposium on Security and Privacy (SP). San Jose, CA. 2015. P. 104—121.
6. **Juan A. Garay,** Texas A&M University, Aggelos Kiayias, University of Edinburgh, IONK.
7. The Bitcoin Backbone Protocol: Analysis and Applications. March 4, 2019.
8. **Каратыгин С. А., Бабкин Е. Е., Берестов А. Т., Самохин В. И.** Способ энергосбережения. Патент № 2480883 RU, МПК H02J 3/01, патентообл. ГРИН ЭНЕРДЖИ. № 2011125963/07. Заяв. 24.06.2011. Оpubл. 27.04.2013. Бюл. № 12.
9. **Толстых С. Ю., Бабкин Е. Е.** Устройство централизованной компенсации реактивной мощности. Патент № 144504 от 23.07.2014.
10. **Толстых С. Ю., Бабкин Е. Е.** Устройство централизованной компенсации реактивной мощности в n -фазной сети. Патент № 2561192 от 29.07.2014.
11. **Каратыгин С. А., Бабкин Е. Е., Берестов А. Т., Самохин В. И.** Способ энергосбережения. Патент № 2561822 RU, МПК H02J 3/18, патентообл. ГРИН ЭНЕРДЖИ. № 2011125967/07. Заяв. 24.06.2011. Оpubл. 10.09.2015. Бюл. № 25.
12. **Малинин Д. А., Бабкин Е. Е., Пресняков-Осипов Р. Н., Стрельников А. В., Толстых С. Ю.** Способ и устройство управления адаптивной системой энергосбережения N -фазной сети. Патент № 2586061 RU, МПК H02J 3/18, H02J 3/01, патентообл. Малинин Д. А. № 2014105715/07. Заяв. 18.02.2014. Оpubл. 10.06.2016. Бюл. № 16.
13. **Камолов М. М., Абдулкерим С. А., Назиров Х. Б. и др.** Учёт несинусоидального/несимметричного режима работы электрической сети коммунально-бытового назначения при расчете уровня тока нулевого проводника // Журнал "Электричество". 2021. № 1. С. 35—43.
14. **Камолов М. М.** Оценка несимметричных режимов в электрических сетях коммунально-бытового назначения // Политехнический Вестник. Сер. Инженерные исследования. 2020. № 3. С. 29—37.
15. **Nazirov K. B., Ganiev Z. S., Dzhuraev Sh. D., et al.** Measurement of emissions of high harmonic currents in modern electrical receivers in municipal-households power supply system // IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, IEEE Russia North West Section. January 27—30, 2020. — Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", St. Petersburg, Russia: 2020. Section 9. P. 1270—1275.
16. **Абдулкеримов С. А., Назиров Х. Б., Камолов М. М., Амирхонов А. С., Ганиев З. С.** Экспериментальное исследование, анализ и оценка показателей качества электроэнергии в электрической сети 0,4 кв образовательного учреждения // Политехнический вестник. Сер. Инженерные исследования. 2018. Т. 1. № 3(43). С. 16—20.

AUTOMATION OF PHASE (LINE) VOLTAGE IMBALANCE COMPENSATION IN ELECTRIC POWER NETWORKS

D. V. Samokhin, V. I. Samokhin, A. V. Gureev, M. M. Kamolov

National Research University of Electronic Technology, Zelenograd, Moscow, Russia

The issues of compensation of voltage distortions in electric power networks are considered. It is shown that a voltage imbalance of several percent leads to significant losses of electricity in the electric drive and a decrease in its power. The use of voltage stabilizers or balancing transformers reduces the reliability of electric power systems of enterprises, in addition, they have significant weight and size characteristics. A new way to compensate for voltage imbalances based on the use of capacitors that perform the function of reactive power compensation is proposed.

Keywords: voltage imbalance, automation, compensation, energy saving, non-symmetry, electric drive, rotating magnetic field, negative sequence, adaptation.

Bibliography — 16 references.

Received July 16, 2023

УДК 658.5

DOI: 10.52190/1729-6552_2023_3_27

EDN: QKOULV

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М. А. Назаренко, канд. физ.-мат. наук; Н. Е. Садковская, д-р техн. наук; Р. Н. Садковская
МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия

Проведен анализ нормативно-правовой базы по ключевым направлениям социального фактора ESG, устанавливающего связь между международными стандартами ISO и стратегиями ESG. Исследованы российские предприятия радиоэлектронной промышленности на степень использования стандартов. Показана важность социального фактора в ESG-стратегиях и необходимость использования соответствующих стандартов для достижения устойчивости и ответственного бизнеса.

Ключевые слова: ESG-трансформация, социальный фактор, предприятия радиоэлектронной промышленности, стандартизация.

Современный рынок и технологический прогресс требуют от компаний соблюдения стандартов в области экологии, социальной и корпоративной ответственности — ESG. В этом контексте соблюдение нормативно-правовой базы становится ключевым фактором успешного функционирования предприятий радиоэлектронной промышленности. Нарушения законодательства в сфере охраны труда, социальной защите работников, экологической безопасности и других аспектов социальной ответственности могут привести к серьезным экономическим, правовым и имиджевым последствиям. Соблюдение нормативно-правовой базы является важным элементом построения успешной системы управления в области социальной ответственности.

Цель работы — анализ существующего положения ESG-трансформации на предприятиях радиоэлектронной промышленности.

Поставленные задачи

- Анализ нормативно-правовой базы, регулирующей социальные аспекты ESG.
- Выявление взаимосвязей между международными стандартами ISO и ESG-стратегией.
- Оценка степени использования стандартов, связанных с тремя ESG-факторами на предприятиях радиоэлектронной промышленности.

Назаренко Максим Анатольевич, заведующий кафедрой электроники.

E-mail: nazarenko@mirea.ru

Садковская Наталия Евгеньевна, профессор кафедры электроники.

E-mail: natsadkovskaya@rambler.ru

Садковская Рената Николаевна, аспирант.

E-mail: sadkovskaya.renata@mail.ru

Статья поступила в редакцию 14 июня 2023 г

© Назаренко М. А., Садковская Н. Е., Садковская Р. Н., 2023

Для радиоэлектронной промышленности, важными ESG-асpekтами являются:

Экологические аспекты. Ключевым экологическим фактором является использование опасных химических веществ и материалов, которые могут оказывать вредное воздействие на окружающую среду и здоровье работников. Важно соблюдать нормативные требования по утилизации вредных отходов и использованию безопасных материалов для производства.

Социальные аспекты. Важными социальными факторами являются безопасность и охрана труда, соблюдение законодательства в области трудовых отношений, система управления цепочкой поставок, развитие профессиональных навыков сотрудников (рис. 1).

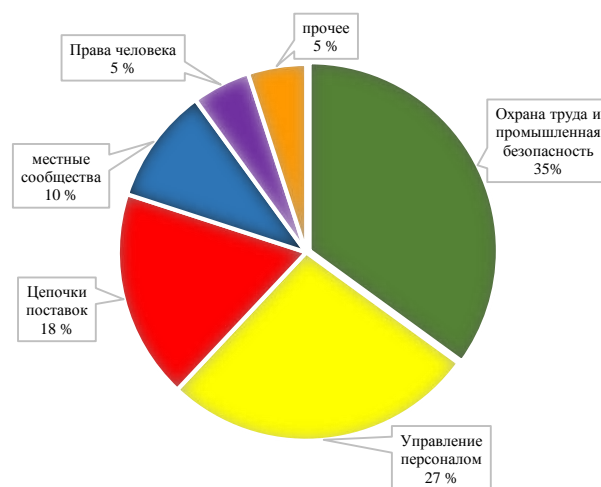


Рис. 1. Диаграмма процентного соотношения социальных аспектов

Управленческие аспекты. Управленческие факторы являются сложными и могут быть связаны с эффективной системой управления, этическим поведением и корпоративной культурой, политикой качества, ответственным финансированием и учетом потребностей заинтересованных сторон [1].

В радиоэлектронной промышленности возможно выделить дополнительные факторы, такие, как развитие инновационных технологий производства, эффективный потребительский спрос на продукцию, возможность создания инновационных решений и улучшения связи между руководством и работниками.

На рис. 1 показано, что наиболее важные факторы социальной ответственности выявляются в области вопросов, связанных с охраной труда и обеспечением безопасности на производстве, руководством персоналом и контролем за цепочкой поставок.

Рассмотрим нормативно-правовую базу для предприятий радиоэлектронной промышленности в контексте наиболее важных перечисленных факторов. Она представляет собой совокупность юридических норм, которые регулируют взаимоотношения между предприятием, его работниками и государственными органами и обеспечивают соблюдение социальных стандартов и правил.

Нормативно-правовая база по фактору охраны труда и промышленной безопасности для российских предприятий радиоэлектронной промышленности состоит из следующих законодательных и нормативно-правовых актов.

- Конституция Российской Федерации (статьи 7, 38, 43, 56, 60, 71, 72);
- Трудовой кодекс Российской Федерации (статьи 209—264);
- Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда";
- Федеральный закон от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний";
- Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов";
- Постановление Правительства Российской Федерации от 12.04.2012 г. № 313 "Об утверждении Правил выполнения работ с использованием вычислительной техники";
- Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 "Об утверждении Основных требований к организации системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах";
- Постановление Правительства Российской Федерации от 12.10.2006 г. № 618 "Об утвержде-

нии Правил проведения экспертизы промышленной безопасности";

- Нормы безопасности труда в электроустановках (ПУЭ);
- Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СП 2.2.4.1294-03 "Гигиенические требования к производственному и бытовому шуму и вибрации";
- Санитарные правила санитарно-защитной зоны СП 2.2.1.2885-11 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий";
- ГОСТ Р 53717-2010. Система менеджмента охраны труда;
- ГОСТ Р ИСО 45001-2018. Системы менеджмента охраны труда;
- ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества;
- ГОСТ Р ИСО 14001-2015. Системы экологического менеджмента;

Нормативно-правовая база по фактору управление персоналом для российских предприятий радиоэлектронной промышленности включает в себя следующие законодательные и нормативно-правовые акты:

- Конституция Российской Федерации (статьи 37, 38, 39, 43, 56, 71, 72);
- Трудовой кодекс Российской Федерации (статьи 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55);
- Федеральный закон от 19.04.1991 г. № 1032-1 "О занятости населения в Российской Федерации";
- Федеральный закон от 24.07.2002 г. № 101-ФЗ "Об обязательном социальном страховании на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством";
- Федеральный закон от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний";
- Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ "О персональных данных".
- Приказы Минтруда России "О принятии кадровых решений в организациях" и "О порядке учета стажа работы";
- Кодекс профессиональной этики менеджеров и специалистов по управлению персоналом.

Нормативно-правовая база по фактору цепочки поставок для российских предприятий радиоэлектронной промышленности включает в себя следующие законодательные и нормативно-правовые акты:

- Гражданский кодекс Российской Федерации (статьи 454—472);
- Торговый кодекс Российской Федерации (статьи 30—38);

- Федеральный закон от 26.12.2008 г. № 294-ФЗ "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля";
- Федеральный закон от 18.07.2011 г. № 223-ФЗ "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц";
- Постановление Правительства Российской Федерации от 10.01.2019 г. № 2 "Об утверждении Правил закупки товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд";
- Приказ Минэкономразвития России от 15.12.2017 г. № 925 "Об утверждении Порядка разработки и утверждения единого графика закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд на 12 месяцев";
- Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 "Об утверждении Основных требований к организации системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах";
- Постановление Правительства Российской Федерации от 17.11.2010 г. № 921 "Об утверждении Правил установления цен (тарифов) на товары, работы, услуги на территории Российской Федерации";
- Регламент Евразийской экономической комиссии от 8.08.2016 г. № 46 "Об утверждении Технического регламента Таможенного союза "О безопасности низковольтного оборудования"";
- Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";
- Технический регламент Таможенного союза "О безопасности машин и оборудования" (утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 г. № 823).

Анализ нормативных и юридических документов позволяет установить связь между международными стандартами ISO и стратегиями ESG (рис. 2). Сертификация ISO не является непосредственным инструментом для отслеживания соблюдения нормативно-правовой базы на предприятиях радиоэлектронной промышленности [2]. Однако в рамках сертификации можно создать интегрированную систему управления, которая своим функционированием поможет отслеживать соблюдение нормативных требований и законодательной базы в процессе производства. При прохождении сертификации ISO могут быть обнаружены и устранены недостатки в документации и процессах, что поможет улучшить соблюдение нормативно-правовой базы на предприятии. Сер-

тификация может способствовать развитию на предприятии культуры соблюдения законодательных и нормативных требований [3].

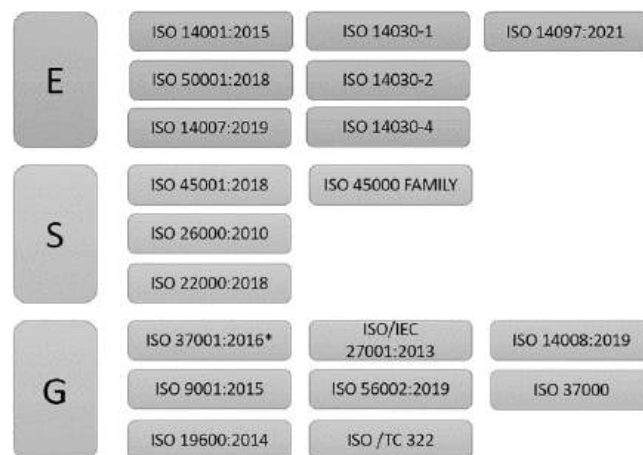


Рис. 2. Взаимосвязь между международными стандартами ISO и стратегиями ESG

Каждый фактор ESG имеет определенный набор международных стандартов ISO, которые необходимы для реализации ESG-трансформации. Это обеспечивает согласованность и эффективность применения ESG-стратегий в различных контекстах.

Для проверки соблюдения российскими предприятиями радиоэлектронной промышленности юридических норм в области охраны труда и промышленной безопасности, управления персоналом и цепочек поставок проанализирована деятельность 10 предприятий радиоэлектронной промышленности. Проведена оценка того, насколько предприятия реализуют нормативно-правовую базу, которая регулирует социальную ответственность в указанных областях.

В рамках исследования собраны данные о каждом предприятии, связанные с его деятельностью в области охраны труда и промышленной безопасности, управления персоналом и цепочек поставок.

Результаты проведенного исследования позволили определить, в какой степени предприятия радиоэлектронной промышленности соблюдают нормативно-правовую базу и совершают первый шаг в обеспечении ESG-трансформации. Если соблюдаются правовые требования, то возможно дальнейшее развитие ESG-норм, что значительно повышает уровень социальной ответственности и способствует росту стабильности и устойчивости бизнеса [4]. Поэтому важно знать, как соблюдаются правила, какие недостатки выявлены и как они могут быть устранены, чтобы сделать дальнейшие шаги в ESG-интеграции.

В качестве объектов исследования были выбраны следующие 10 российских предприятий радиоэлектронной промышленности:

АО "НПО Лавочкина"
 ЗАО "Радиотехника"
 ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева"
 Группа компаний "Радиология"
 ООО "КРИПТО-ПРО"
 АО "Концерн "ВКО "Алмаз-Антей"
 НПЦ "КРИСТАЛЛ"
 ПАО "Микрон"
 НИИ электронных приборов
 НПЦ "ИСКРА"

Результаты исследования в рамках деятельности предприятий в области социальных аспектов представлены в таблице.

Проанализировав действия российских компаний радиоэлектронной промышленности в сферах охраны труда и промышленной безопасности, управления персоналом и цепочек поставок, можно сделать вывод, что без проведения дополнительного аудита невозможно дать точную оценку того, насколько компании соблюдают нормативно-правовую базу по социальным факторам. Чтобы быть более конкурентоспособными, выходить на международный рынок, достигать ключевые цели необходима ESG-трансформация.

Результаты исследования в рамках деятельности предприятий в области социальных аспектов

Предприятие	Статистика происшествий на производстве	Сертификация ISO	Уровень инвестиций в обновление производственного оборудования и технологий
АО "НПО Лавочкина"	Нет в открытом доступе	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015	Нет в открытом доступе
ЗАО "Радиотехника"	Нет в открытом доступе	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO/IEC 27001:2013, ISO 10002:2015	Нет в открытом доступе
ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева"	Нет в открытом доступе	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015	Нет в открытом доступе
Группа компаний "Радиология"	Нет в открытом доступе	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2007, ISO/IEC 27001:2013, ISO 13485:2016, ISO 22301:2012	Нет в открытом доступе
ООО "КРИПТО-ПРО"	Нет в открытом доступе	ISO 9001, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2019	Нет в открытом доступе
АО "Концерн "ВКО "Алмаз-Антей"	Нет в открытом доступе	ISO 9001:2015, ISO/IEC 27001:2013, ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2007	1,5 млрд руб.
НПЦ "КРИСТАЛЛ"	Нет в открытом доступе	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018, ISO/IEC 27001:2013, ISO/TS 16949:2009, ISO 50001:2018	1,5 млрд руб.
ПАО "Микрон"	Количество травматических происшествий на производстве в 2019 году сократилось на 33 % по отношению к 2018 году. Однако в отчете не содержится конкретных числовых данных о количестве происшествий	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO/IEC 27001:2013, IATF 16949:2016, ISO 45001:2018, ISO 50001:2018	5 млрд руб.
НИИ электронных приборов	Нет в открытом доступе	ISO 9001-2015, ISO/IEC 27001:2013, ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2007	Нет в открытом доступе
НПЦ "ИСКРА"	Нет в открытом доступе	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO/IEC 27001:2013, ISO 45001:2018	Нет в открытом доступе

ESG-трансформация нацелена на открытую отчетность и прозрачность в бизнес-процессах, что особенно важно в свете социальной ответственности предприятий. Проведение ESG-оценки позволяет анализировать как количественные, так и качественные характеристики деятельности компании. Это помогает точно оценить, насколько компания соблюдает нормативно-правовую базу по каждому фактору и выявить проблемные области, где требуется улучшение.

Открытая отчетность и прозрачность компаний является ключевым преимуществом в рамках ESG-трансформации. Благодаря этому потенциальные инвесторы и другие заинтересованные стороны могут получить более полную и точную информацию о компании, ее деятельности и соответствии нормативно-правовой базе в социальной сфере [5].

На основе открытой информации о сертификации ISO было проведено исследование степени использования стандартов, связанных с тремя ESG-факторами на предприятиях.

Анализ данных представленных на рис. 3, позволяет сделать вывод, что стандарты ESG-факторов на большинстве предприятий используются в меньшей степени.

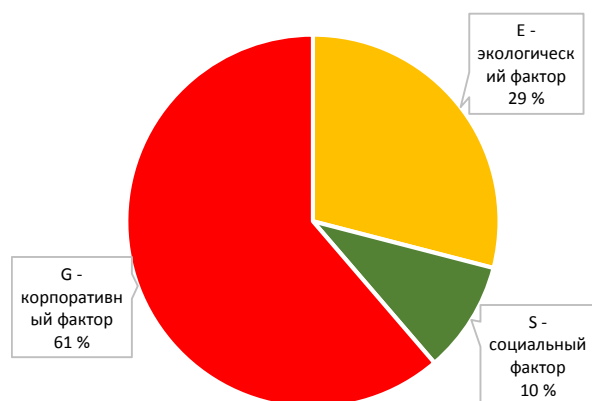


Рис. 3. Использование стандартов ESG-факторов на предприятиях по трем отдельным факторам

Установлено, что на предприятиях радиоэлектронной промышленности в наибольшей степени учитывается фактор корпоративного управления. Социальному фактору уделяют наименьшее внимание (10 %), поэтому предприятиям необходимо улучшить работу в этом направлении. Экологический фактор учитывают на 29 %.

Результаты исследования показывают, что стандарты, связанные с ESG-факторами, еще не получили должного распространения на предприятиях. Однако на предприятиях радиоэлектронной промышленности уже существует явное понимание важности внедрения корпоративного управления и экологических факторов. С другой стороны, социальным вопросам еще уделяют мало внимания, что означает необходимость проведения дополнительных исследований для улучшения работы в этом направлении. Необходимым шагом в этом процессе является разработка и внедрение комплексных стандартов ESG-факторов на предприятиях, что будет способствовать устойчивому развитию их деятельности. Укрепление работы предприятий в области ESG-факторов имеет потенциал для улучшения не только самой деятельности предприятий, но также и повышения их репутации и устойчивости в долгосрочной перспективе.

Для полного анализа использования стандартов ESG-факторов было проведено исследование на тему их соблюдения по каждому отдельному фактору. Проведенное исследование по соблюдению стандартов ESG-факторов на предприятиях показало, что существует неравномерное использование стандартов. По экологическому фактору лишь один стандарт использовали на 11 % (ISO 14001:2015 — Системы менеджмента окружающей среды), что говорит о низком уровне соблюдения стандартов в этой области. Социальный фактор также имеет потенциал для улучшения, так как лишь один из трех рекомендуемых стандартов (ISO 45001:2018 — Системы менеджмента здоровья и безопасности труда) используется на 10 %. Кроме того, только 30 % предприятий сертифицированы по данному стандарту. Однако по корпоративному фактору предприятия используют 2 из 8 рекомендованных стандартов (ISO 9001:2015 — Системы менеджмента качества и ISO/IEC 27001:2013 — Системы управления информационной безопасностью) на 22 %, что говорит о более высоком уровне выполнения стандартов в этой области (рис. 4).

Социальный аспект является неотъемлемым компонентом успеха при разработке и осуществлении ESG-стратегий. Тройственный подход к учету экологического, социального и управленческого аспектов является необходимым условием для достижения успеха на всех уровнях и способствует стратегическому развитию компании. Необходимость их балансирования в рамках бизнес-стратегии может способствовать повышению конкурентоспособности предприятий [6].

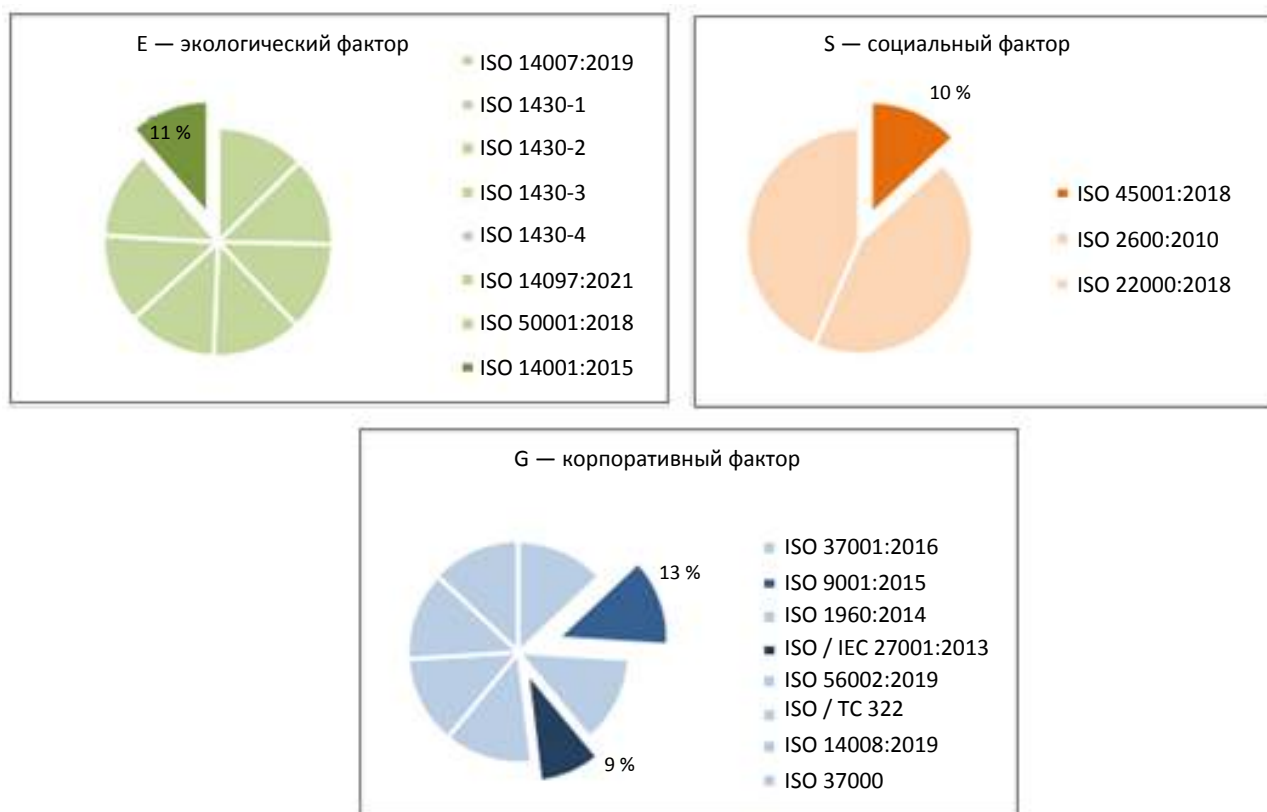


Рис. 4. Доля использования отдельных стандартов ISO на предприятиях РЭП

Заключение

Принятие стандартов ISO в работе предприятий может обеспечить комплексный подход к социальной ответственности и составит неотъемлемую часть устойчивых бизнес-процессов. Управление в соответствии со стандартами обеспечит предприятиям более ответственный и устойчивый путь для развития, способствуя укреплению репутации, защите интересов всех заинтересованных сторон и устойчивому привлечению инвестиций.

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что предприятия радиоэлектронной

промышленности не опираются на приоритеты ESG-повестки. Для ESG-трансформации предприятиям необходимо строго соблюдать законодательную базу и пройти сертификацию по рекомендуемым стандартам ISO, указанным в данном исследовании. На основе этой базы необходимо разработать методологические основы интеграции устойчивой бизнес-модели в контексте ESG-практик в бизнес-модели предприятий РЭП, которые будут лежать в основе создания структурированной системы решений актуальных вопросов по проблемам и перспективам развития радиоэлектронной промышленности в России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарфман М. П. Экологические, социальные и управленческие метрики: что они измеряют и почему они важны? // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2017. № 4. С. 123—143.
2. Чаттерджи А. К. Создание устойчивого будущего // Harvard Business Review Russia. 2017. № 5. С. 30—39.
3. Граймс М., МакГоуэн Р. Корпоративная социальная ответственность, активизм инвесторов и финансовая производительность // Банковское дело. 2011. № 12. С. 64—79.
4. Глобальный договор ООН. Десять принципов.
5. ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.
6. Серафейм Г. Роль корпорации в обществе: альтернативный взгляд и возможности будущих исследований // Корпоративные финансы. 2019. Т. 13. № 2. С. 50—69.

STUDY AND ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF ESG-TRANSFORMATION IN ENTERPRISES OF THE RADIOELECTRONIC INDUSTRY

M. A. Nazarenko, N. E. Sadkovskaya, R. N. Sadkovskaya
MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russia

The article presents an analysis of the regulatory framework in the key areas of ESG social factor, establishes the relationship between international ISO standards and ESG strategies. The analysis of Russian enterprises of radioelectronic industry on the degree of standards use is carried out. The article emphasizes the importance of social factor in ESG strategies and the necessity of using appropriate standards to achieve sustainability and responsible business.

Keywords: ESG-transformation, social factor, radioelectronic industry enterprises, standardization.

Bibliography — 5 references.

Received June 14, 2023

УДК 621.374.33

DOI: 10.52190/1729-6552_2023_3_34

EDN: QNJQXN

ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ МЕТОД АППАРАТНО-ДИНАМИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ПО СИГНАЛЬНЫМ РАДИОИЗОБРАЖЕНИЯМ

К. А. Бойков, канд. техн. наук; К. В. Латышев

МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия

Впервые предложен и исследован частотно-временной метод аппаратно-динамической идентификации цифровых устройств по сигнальным радиоизображениям. Показана возможность получения радиоизображения устройства на базе программно-конфигурируемой радиосистемы в режиме когнитивного радиомониторинга. Установлено, что на регистрируемых радиоизображениях четким образом идентифицируются спектрально-временные фреймы программно-аппаратного функционирования исследуемого цифрового устройства – сигнальные радиогеномы, описываемые физически неклоняемыми функциями, позволяющими идентифицировать радиоэлектронное изделие. Поставлен эксперимент по регистрации спектрально-временных радиогеномов, подтверждающий воспроизводимость предложенного метода аппаратно-динамической идентификации цифровых устройств. Дана корреляционная оценка регистрируемых фрагментов радиоизображений для идентичных сигнальных цифровых устройств с субнаносекундным разрешением.

Ключевые слова: аппаратно-динамическая идентификация, сигнальные радиоизображения, программно-конфигурируемая радиосистема, сигнальные радиогеномы, субнаносекундное разрешение.

Как известно, появление новых наукоемких решений на рынке радиоэлектронной индустрии, для производителей оригинальной радиоэлектронной продукции сопровождается серьезными интеллектуально-правовыми и экономическими убытками из-за возрастающего числа клонируемых контрафактных изделий [1—3].

Современные методы защиты радиоэлектроники от нелегального клонирования и обратного проектирования — реинжиниринга (аппаратное шифрование, хеширование, внедрение цифровых водяных знаков) помогают решить данную проблему лишь частично, поскольку недостатками большинства перечисленных защитных мер являются значительные аппаратные затраты и, как следствие, высокое энергопотребление [3]. Такой подход идет вразрез с требованиями к ми-

нимизации площади, занимаемой цифровым устройством на кристалле интегральной схемы.

Физически неклоняемые функции

Одним из альтернативных способов идентификации цифровых устройств являются физически неклоняемые функции (ФНФ), которые значительно более экономичны в реализации чем перечисленные выше методы защиты [4]. ФНФ для защиты радиоэлектроники основаны на использовании технологического разброса (погрешности технологических слоев) изготовления интегральных схем — значений пороговых и опорных напряжений, задержек распространения сигналов, частотного диапазона функционирования отдельных компонентов. В случае ФНФ данные неконтролируемые явления используют для извлечения случайности и уникальности цифрового устройства.

ФНФ являются аппаратным аналогом реализации хеш-функций с отличием в выходном значении ФНФ, основанном на уникальности конкретной интегральной схемы (либо компонента), а не на математическом алгоритме. Аргумент на входе ФНФ называют запросом (ЗПР), а выходное значение — ответом (ОТВ) [5]. Очевидно, для некоторой интегральной схемы (либо компонента схемы) множество запросов $\{ЗПР_0, \dots, ЗПР_{N-1}\}$ будет уни-

Бойков Константин Анатольевич, доцент кафедры "Радиоволновые процессы и технологии".

E-mail: nauchnyi@yandex.ru

Латышев Кирилл Валерьевич, старший преподаватель кафедры "Радиоволновые процессы и технологии".

E-mail: latyshev@mirea.ru

Статья поступила в редакцию 2 сентября 2023 г.

© Бойков К. А., Латышев К. В., 2023

кально отображено в множестве ответов $\{\text{ОТВ}_0, \dots, \text{ОТВ}_{N-1}\}$ с помощью ФНФ:

$$\text{OTB}_N = \Phi H \Phi (3 \text{IP}_N) \quad (1)$$

Существующие типы ФНФ (задержки распространения сигналов, пороговые напряжения транзисторов, пороговые напряжения в узлах токовых зеркал, шумы аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей) могут быть реализованы как на цифровых устройствах, так и с помощью других технологий (оптические, магнитные, бумажные).

В данной работе рассматривается новый вид ФНФ — радиоизображение сигнального цифрового устройства. Метод идентификации основан на регистрации электрической составляющей электромагнитных излучений ($E_{\text{и}}$), существующих в диапазоне частот от нескольких кГц до полутора ГГц, создаваемых самими техническими средствами. Данное излучение является уникальным для любого цифрового радиоэлектронного устройства, а полученное при регистрации $E_{\text{и}}$ радиоизображение можно занести в электронную базу в качестве реперного сигнального радиогенома для дальнейшей постобработки.

Модуль электрической составляющей электромагнитных излучений в случае сигнальной цифровой радиоэлектроники при тактировании определяется [6]:

$$|E_{\text{H}}| = 2 A \frac{\sin(\tau\pi fn)}{\pi n}, \quad (2)$$

где τ — длительность тактового импульса;
 n — число тактовых импульсов;

f — частота следования импульсов тактирования;

A — амплитуда возбуждения при переключении состояния периферии.

Следует понимать, что реальное излучение есть суперпозиция полей излучателей, у каждого из которых своя амплитудно-частотная характеристика со своими пиками и провалами, резонансами и возбуждениями. Однако функционирование сигнального цифрового устройства связано с тактированием, т. е. возбуждением, возникающим при взаимодействии микропроцессора с периферией, и разнесено во времени.

Узлы и элементы электронной аппаратуры, в которых имеют место большие напряжения и протекают малые токи, создают в ближней зоне побочного излучения электромагнитные поля с преобладанием электрической составляющей [7]. Преимущественное влияние электрических полей на элементы радиоэлектронной аппаратуры наблюдается и в тех случаях, когда эти элементы малочувствительны к магнитной составляющей электромагнитного поля.

Подготовка и проведение эксперимента

Для экспериментального исследования радиоизображения сигнального цифрового устройства были разработаны несколько идентичных приборов, состоящих из микроконтроллера ATmega16 (*DD1*), обвязочных компонентов (*R1*, *R2*, *C1*), периферийной нагрузки в виде сверхъяркого светодиода (*HL1*). Принципиальная электрическая схема устройства приведена на рис. 1 (неиспользуемые выводы *DD1* скрыты).

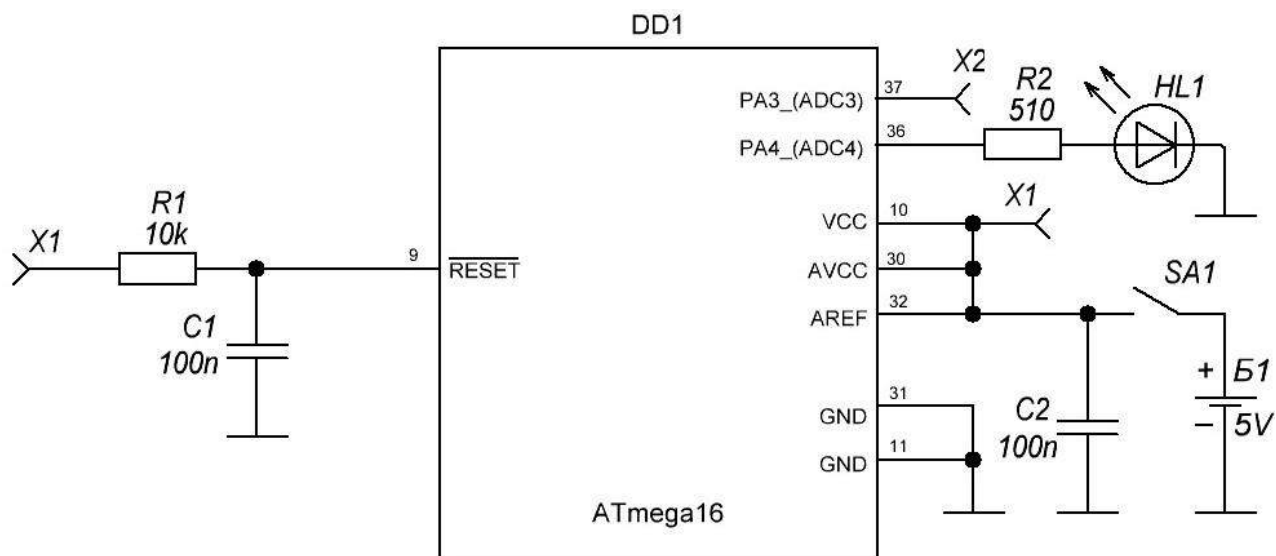


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема тестового образца

Все образцы работают по одному алгоритму: после подачи питания от источника *Б1* посредством ключа *SA1* микроконтроллер конфигурируется на функционирование (назначение портов управления на выход). Затем *DD1* подключает порт *A.4* (вывод 36 *DD1*) к потенциалу питания (таким образом загорается светодиод *HL1*), а порт *A.3* (вывод 37 *DD1*) подключается с максимальной частотой либо к потенциалу питания (значение логической "1" на выходе), либо к общей точке (значение логического "0" на выходе).

Несмотря на всю идентичность программно-аппаратной конфигурации приборов можно найти

различия в частотно-временной области при регистрации электрической составляющей их электромагнитных излучений при включении. Данные различия особенно отчетливо проявляются во временной области.

Для получения частотно-временных зависимостей в эксперименте использовали программно-определяемую радиосистему (SDR) *R820T2* [8] с программным обеспечением и логопериодическую антенну с рабочим диапазоном от 80 МГц до 2 ГГц (рис. 2).

На рис. 3 представлено радиоизображение первых микросекунд функционирования прибора.

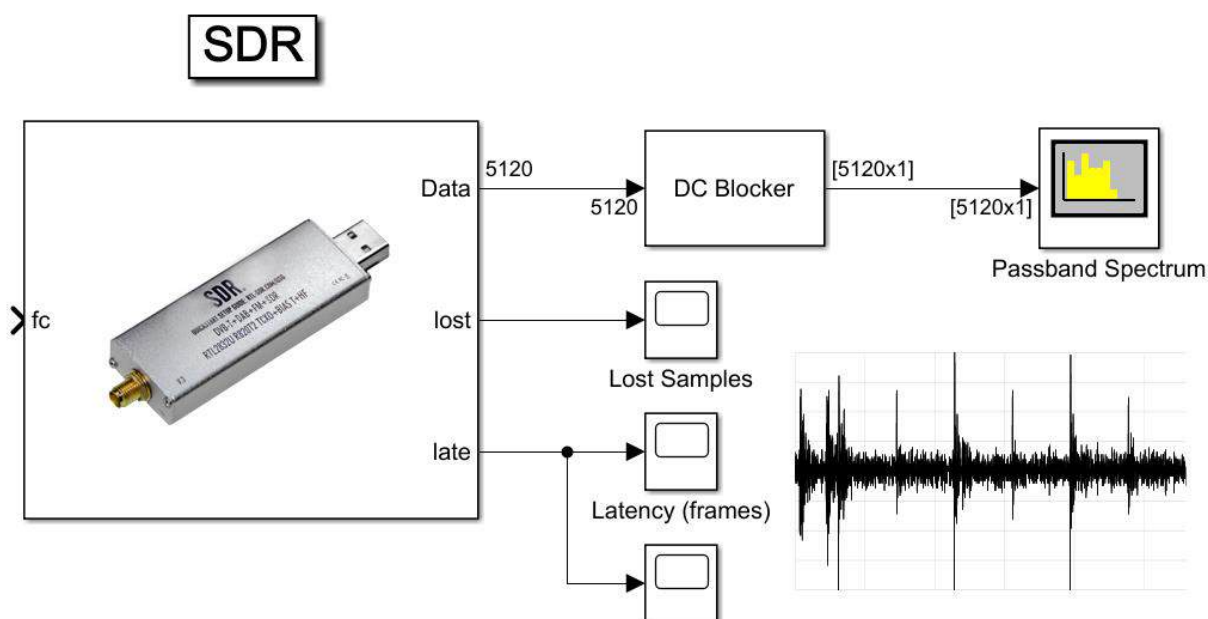


Рис. 2. Программно-определяемая система с разработанным ПО

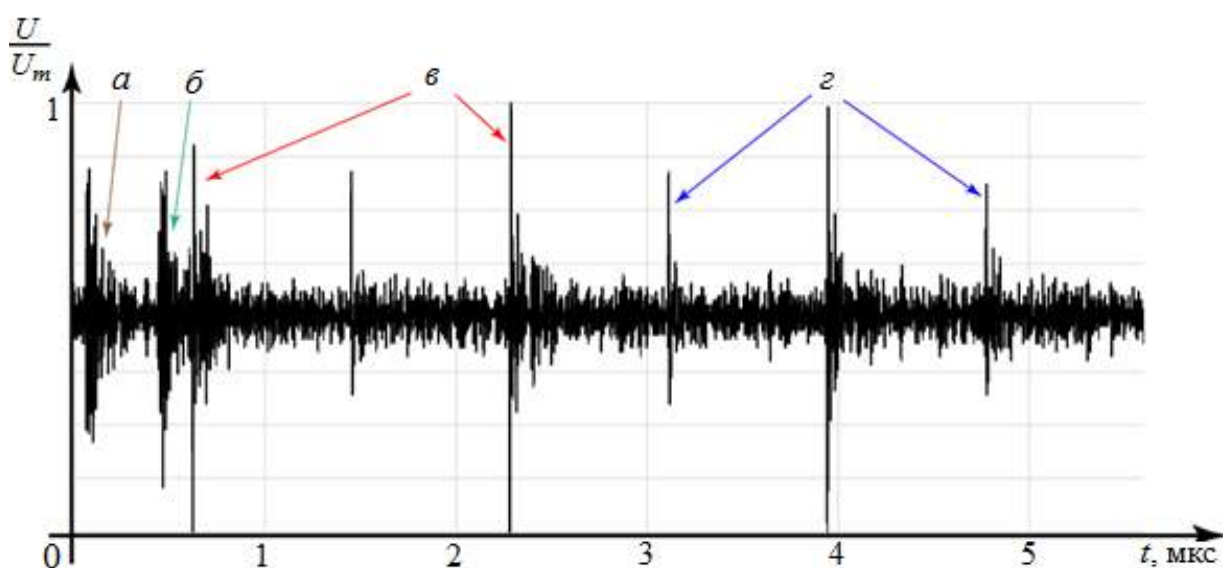


Рис. 3. Приведенное радиоизображение функционирования тестового образца, работающего в аппаратно-динамическом режиме

a — старт микроконтроллера и конфигурация на функционирование; *б* — включение нагрузки (светодиода); *в* — значение логической «1» на выходе *A.4*; *г* — значение логического «0» на выходе *A.4*

Очевидно, что время запуска, время конфигурирования и тактирование включения нагрузок отличаются от образца к образцу и это является одним из видов ФНФ для устройств данного типа.

Для более детального анализа радиоизображения и более точной идентификации прибора необходимо использовать субнаносекундное разрешение, поскольку процесс выхода контроллера на функционирование может занимать наносекунды. Если учесть тот факт, что конфигурирование микроконтроллера происходит единожды при запуске, то использование классических методов масштабно-временного преобразования здесь не приемлемо. Для такого короткого одиночного импульсного сигнала возможно использование регенеративной системы [9].

Исследуемые образцы разработаны таким образом, что наблюдать радиоизображение процесса установки и сброса порта можно столько, сколько необходимо для проведения эксперимента. При таком повторении импульсов можно обеспечить субнаносекундное разрешение, используя классическое стробоскопическое масштабно-временное преобразование [7].

На рис. 4 представлено радиоизображение установки значения логической «1» на выходе А.4 (рис. 3, в) на двух идентичных приборах.

Для сравнения представленных радиоизображений достаточно вычислить их взаимную корреляцию r [9].

При числе выборок $M = 100$ взаимная корреляция $r < 0,8$, что говорит о различии исследуемых радиоизображений. Одновременно с этим, оценивая воспроизводимость радиоизображений для одного и того же сигнального цифрового устройства, при числе выборок $M = 100$ взаимная корреляция $r > 0,9$, что говорит о существенном сходстве исследуемых импульсов.

Выводы

Таким образом, в данной работе была представлена ФНФ, основанная на радиоизображении сигнального цифрового устройства. Очевидно, что построение таких радиоизображений позволит не только отличать оригинальное радиоэлектронное изделие от контрафакта, но и указывать на некорректную работу блоков и узлов, что может сократить время на ремонтпригодную эксплуатацию, обслуживание, а также представлять интерес для решения исследовательских задач неразрушающего контроля. Сама технология построения радиоизображения посредством программно-конфигурируемой радиосистемы открывает дальнейшие перспективы в области развития направления ФНФ защиты и идентификации радиоэлектронных устройств в целом.

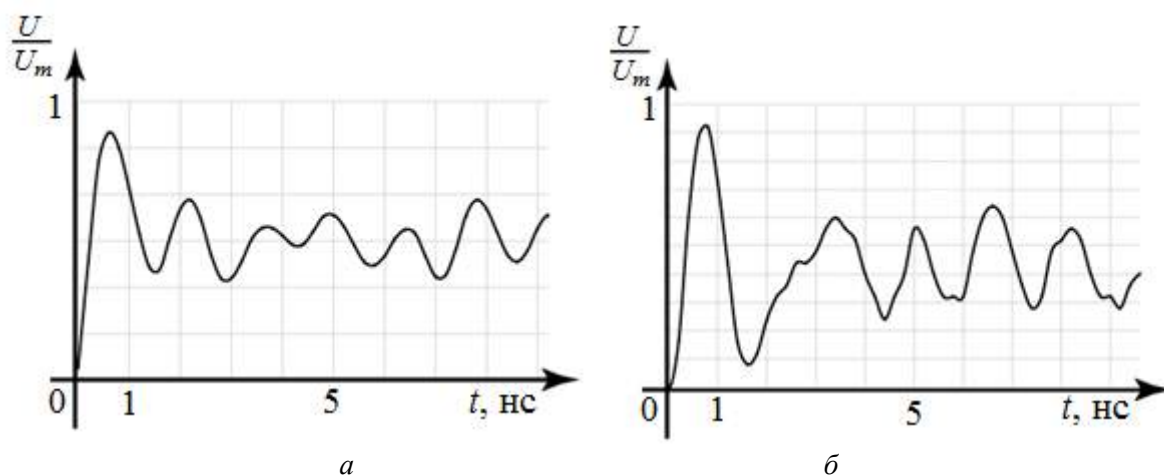


Рис. 4. Приведенное радиоизображение, соответствующее установке значения логической «1» на выходе А.4:
а — образец 1; б — образец 2

ЛИТЕРАТУРА

1. **Костин М. С., Ворунин Д. С.** Реинжиниринг радиоэлектронных средств: монография. — М.: Московский технологический университет (МИРЭА), 2018. — 130 с.
2. **Федорев В. Н., Белов Е. Н., Балыбин С. В.** Технологии защиты микросхем от обратного проектирования в контексте информационной безопасности. — М.: Техносфера, 2019. — 216 с.
3. **Куликов Г. В., Костин М. С., Ворунин Д. С.** Реинжиниринг изделий электронных средств в задачах внутрисистемного контррадиопротиводействия // Вестник РАЕН. 2018. № 3. Т. 18. С. 75—86.
4. **Herder C., Ren L., van Dijk M., Yu M-D., Devadas S.** Trapdoor Computational Fuzzy Extractors and Cryptographically-Secure Physical Unclonable Functions // IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, January 2017.
5. **Maes R.** Physically unclonable functions: Constructions, Properties and Applications (англ.). Springer, 2013.
6. **Васильев Р. А., Ротков Л. Ю.** Обнаружение побочных электромагнитных излучений и наводок с помощью программно-аппаратного комплекса «Легенда»: Учеб.-метод. пособие. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2018. — 45 с.
7. **Костин М. С., Бойков К. А.** Радиоволновые технологии субнаносекундного разрешения: монография. — М.: МИРЭА — Российский технологический университет, 2021. — 142 с.
8. **Костин М. С., Ярлыков А. Д.** Архитектурно-конфигурируемые SDR-технологии радиомониторинга и телеметрии. — М., Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. — 148 с.
9. **Бойков К. А.** Разработка и исследование системы радиоимпульсной регенерации для устройств высокоскоростной стробоскопической оцифровки. Журнал радиоэлектроники [Электронный журнал]. 2018. № 3. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/mar18/6/text.pdf/>, (дата обращения: 26.04.2021 г).

TIME-FREQUENCY METHOD OF HARDWARE-DYNAMIC IDENTIFICATION OF DIGITAL DEVICES BASED ON SIGNAL RADIO IMAGES

K. A. Bojkov, K. V. Latyshev

MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russia

For the first time, a time-frequency method of hardware-dynamic identification of digital devices based on signal radio images was proposed and investigated. The possibility of obtaining a radio image of a device based on a software-configurable radio system in the mode of cognitive radio monitoring is shown. It is established that the recorded radio images clearly identify the spectral-time frames of the software and hardware functioning of the digital device under study - signal radio genomes described by physically unclonable functions that allow identifying the radio-electronic product. An experiment on the registration of spectral-temporal radio genomes has been performed, confirming the reproducibility of the proposed method of hardware-dynamic identification of digital devices. The correlation estimation of the recorded fragments of radio images for identical signal digital devices with subnanosecond resolution is given.

Keywords: hardware-dynamic identification, signal radio images, software-configurable radio system, signal radio genomes, subnanosecond resolution.

Bibliography — 9 references.

Received September 2, 2023

УДК 658.5

DOI: 10.52190/1729-6552_2023_3_39

EDN: QUAZV

РАСЧЕТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОБЛАКА КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА ПРИ АВАРИИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА СТАРТЕ

В. В. Кабаков; Е. Ю. Лушпа, канд. техн. наук; В. А. Костенко, канд. воен. наук

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Рассмотрен алгоритм расчета распространения облака высокотоксичных компонентов ракетного топлива при аварии ракеты космического назначения на старте, состоящий из двух составляющих. Первая – расчет ударной волны, вторая составляющая — распространение облака компонентов ракетных топлив. Материалы, изложенные в статье, могут быть использованы при проектировании систем жизнеобеспечения защищенных сооружений стартового комплекса.

Ключевые слова: техносферная безопасность, ракетное топливо, чрезвычайная ситуация.

В России в настоящее время кроме ракет космического назначения (РКН) на безопасных компонентах ракетного топлива («Союз» и «Ангара»), продолжают использовать также и РКН, работающие на высокотоксичных и высококипящих компонентах ракетного топлива (КРТ) как специальной разработки, так и конверсионные (например – «Рокот-М», о чьей успешной разработке было объявлено 10 апреля 2023 г.).

Исходя из сказанного, актуально определение распространения облака компонентов ракетного топлива и ударной волны на сооружения с эксплуатирующим персоналом и сооружения космодрома при проведении запусков ракет-носителей на основе расчета величины отравляющего воздействия ядовитых компонентов ракетного топлива и ударной волны при их возможном взрыве для космодрома с использованием математического аппарата для расчета воздействия аварийно-химически опасных веществ.

Разработан алгоритм расчета распространения облака КРТ и ударной волны на сооружения с эксплуатирующим персоналом и сооружения космодрома при проведении запусков ракет-носителей

на основе расчета величины отравляющего воздействия ядовитых КРТ и ударной волны при их возможном взрыве для космодрома с использованием математического аппарата для расчета воздействия аварийно-химически опасных веществ (АХОВ).

Высококипящими компонентами ракетного топлива, наиболее часто используемыми в настоящее время, являются следующие [1]:

- Несимметричный диметилгидразин (гептил, НДМГ) — бесцветная прозрачная жидкость, имеющая слегка желтоватый оттенок. Его запах напоминает запах аммиака. Относится к 1 классу опасности.

- В качестве окислителя в паре с НДМГ применяется азотный тетраоксид (амил, АТ). АТ - летучая жидкость желтого или красного цвета с резким запахом. Он бурно реагирует со многими органическими растворителями и хорошо растворим в воде. Относится к 1-му классу опасности.

Типы воздействия на организм (на примере НДМГ):

Первый тип — токсичное быстрое действие НДМГ на организм при непосредственном его введении.

Второй тип — отдаленный эффект более низких концентраций НДМГ, который попал в организм, может проявиться через несколько лет и даже через 10—20 лет — это, в первую очередь, канцерогенное действие НДМГ.

Третий тип токсичности связан со способностью НДМГ восстанавливать кислород и изменять в окружающей среде и организме нормальный уровень активной формы кислорода.

Кабаков Виталий Валериевич, старший преподаватель.

E-mail: ser-kvv73@mail.ru

Лушпа Евгений Юрьевич, доцент, профессор кафедры.

E-mail: euglushpa@list.ru

Костенко Валерий Анатольевич, доцент кафедры 202.

E-mail: Varnick70@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 5 сентября 2023 г.

© Кабаков В. В., Лушпа Е. Ю., Костенко В. А., 2023

Вербальная постановка задачи исследования

Для безопасности эксплуатирующего персонала и окружающей среды необходимо произвести расчеты и определить, какие требования по защите от отравляющего воздействия амила и гептила требуется реализовать при работе с химически опасными веществами 1-ого класса опасности, рассчитать все необходимые виды динамических нагрузок, направленных на конструкции защитного сооружения для персонала, защищенного от воздействия ударной волны при аварии на ракетеносителе на примере РКН «Протон-М».

Математический аппарат по расчету распространения облака компонентов ракетного топлива при разрушении РКН

Характер распространения взрывной волны показан на рис. 1.

При оценке параметров взрывной волны важно знать, как будет протекать начальная фаза процесса взрыва. Если процесс взрыва протекал детонационно, то продукты детонации, движущиеся за фронтом детонационной волны, имеют скорость более высокую, чем граница раздела, и, набега на границу, продукты детонации будут сжиматься. В этом случае по продуктам детонации от границы раздела вглубь пойдет ударная волна, являющаяся следствием удара продуктов детонации об окружающую среду. Если же среда является не очень плотной (например, воздух), то граница раздела между продуктами детонации и средой будет двигаться быстрее продуктов детонации и давление в продуктах детонации будет падать. В таком случае по продуктам взрыва сразу пойдет волна разрежения. По окружающей среде в любом случае пойдет ударная волна [2].

На основе статистических экспериментальных данных для сферической ударной волны от зарядов большой массы была получена эмпирическая зависимость для определения максимального избыточного давления на фронте:

$$\Delta P_{\phi} = K_1 \frac{\sqrt[3]{C}}{r} + K_2 \left(\frac{\sqrt[3]{C}}{r} \right)^2 + K_3 \left(\frac{\sqrt[3]{C}}{r} \right)^3, \text{ Мпа}$$

где C — масса заряда (тротилловый эквивалент);
 r — расстояние от центра взрыва в метрах.

По статистическим данным избыточное давление отражения для случая фронтального удара о стенку определяется зависимостью:

$$\Delta P_{\text{отр}} = 2\Delta P_{\phi} + \frac{6\Delta P_{\phi}^2}{\Delta P_{\phi} + 7\Delta P_0},$$

Для определения тротилового эквивалента от взрыва ракеты установлена зависимость вида:

$$C = \sum k_{\text{крт}} M_{\text{крт}}^{\frac{2}{3}},$$

Математический аппарат по расчету распространения облака КРТ при разрушении РКН

Зона возможного заражения при аварии на стартовом комплексе включает, на основе расчета распространения аварийно-химически опасного вещества, представлена на рис. 2:

- район заражения на объекте аварии (район аварии, зона разлива);
- зоны заражения при распространении зараженного воздуха из района аварии первичным и вторичным облаками.

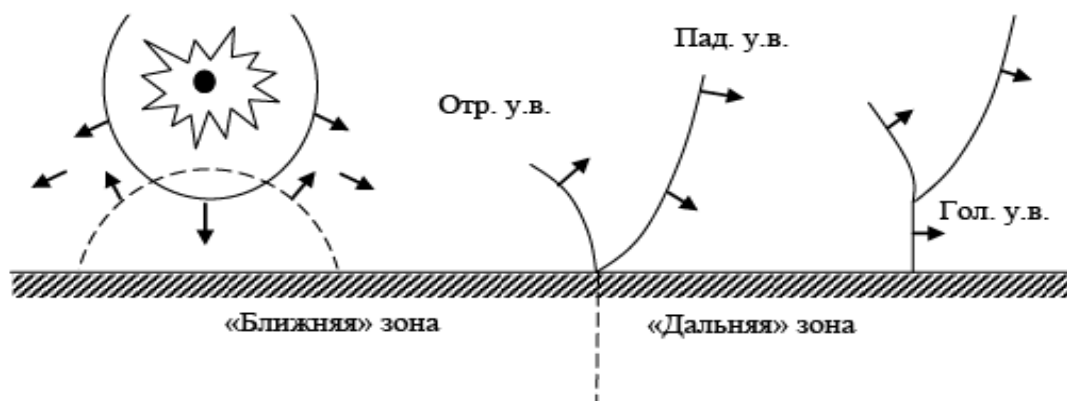


Рис. 1. Характер распространения взрывной волны (у. в. — ударная волна)

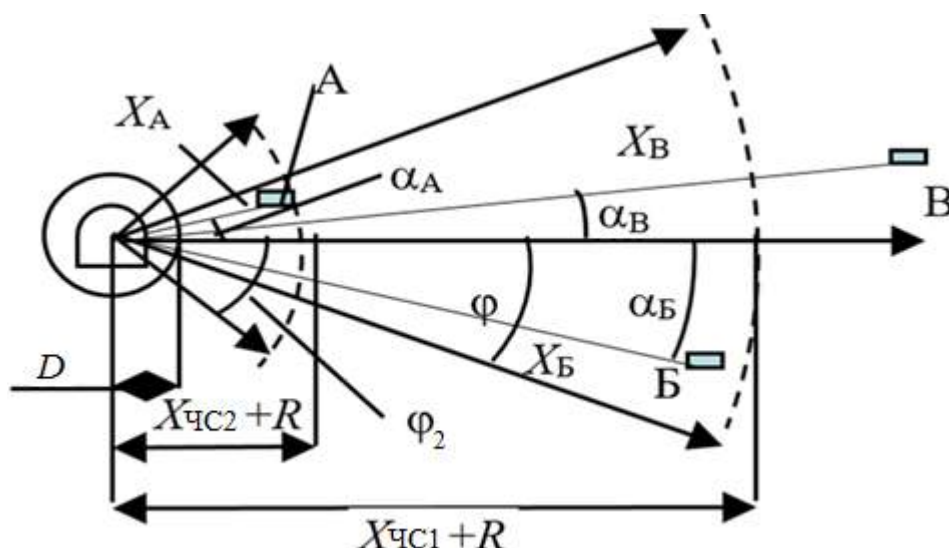


Рис. 2. Зона возможного заражения при аварии на стартовом комплексе

Концентрации паров топлива в центре района аварии C_0 и на его границе C_{R_A} определяются по

зависимостям: $C_0 = \frac{P_g 273}{22,4(273 + t_{\text{кип}})}$, г/л;

$$C_{R_A} = \frac{P_g 273}{22,4(273 + t_{\text{возд}})}, \text{ г/л,}$$

где P_g — вес грамм-моля топлива, г/моль;
 $t_{\text{кип}}$ — температура кипения топлива, °С;
 $t_{\text{возд}}$ — температура воздуха, °С.

Значения глубин распространения РТ в первичном ($X_{\text{ЧС1}}$) и вторичном ($X_{\text{ЧС2}}$) облаках зараженного воздуха рассчитываются по следующим зависимостям:

$$X_{\text{ЧС1}_i} = X_{\text{ЧС1}_i}^T K_K K_{t1} K_M,$$

$$X_{\text{ЧС2}_i} = X_{\text{ЧС2}_i}^T K_K K_{t2} K_M.$$

Исходные данные для расчета:

- На стартовом комплексе космодрома "Восточный" [3] находится РКН "Протон-М" [4]. Масса горючего — 142,76 т, масса окислителя — 285,53 т;
- Метеорологические условия на заданное время: температура воздуха 20,1 °С, скорость ветра 2 м/с;
- Топографические условия: местность лесистая, рельеф равнинно-холмистый.

Объекты оценки: А — командный центр; Б — пункт охраны.

Расчет распространения облака НДМГ при разрушении РКН представлен на рис. 3.

	А	В	С
1	НДМГ		
2	Исходные данные		
3	Параметр	Значение	Система измерения
4	$\tau_{\text{"зар" } ^\wedge T}$	21	суток
5	K_K	1,24	
6	K_u	0,7	
7	$X_{\text{"ЧС1" } ^\wedge T}$	0,66	км
8	$X_{\text{"ЧС2" } ^\wedge T}$	0,56	км
9	K_{t2}	1	
10	K_M	0,3	
11	K_{t1}	1	
12	Расчет		
13	Параметр	Значение	Система измерения
14	$t_{\text{зар}}$	18,228	суток
15	$X_{\text{(ЧС 1 i)}}$	0,24552	км
16	$X_{\text{(ЧС 2 i)}}$	0,20832	км

Рис. 3. Расчет распространения облака НДМГ при разрушении РКН в программе "Microsoft Excel"

Схема зон опасного заражения гептилом на примере космодрома «Восточный» показана на рис. 4.

Расчет ударной волны при разрушении РКН продемонстрирован на рис. 5.

Полная масса топлива РН "Протон-М" 428300 кг. Рассматриваем влияние взрыва РН на объект А — командный центр расстояние — 378 м.

Вначале определяем тротильный эквивалент от взрыва ракеты C , затем определяем максимальное избыточное давление ударной волны на фронте и определяем длительность фазы сжатия.

Заключение

В статье представлен алгоритм, основанный на математическом аппарате по расчету распространения облака высокотоксичных КРТ при разрушении на старте ракеты космического назначения и математическом аппарате расчета ударной волны в случае взрыва РКН. Установлены характеристики и определены данные, которые могут быть использованы при проектировании систем жизнеобеспечения защищенных сооружений стартового комплекса ракет с жидкостным ракетным двигателем на высокотоксичных компонентах ракетного топлива.

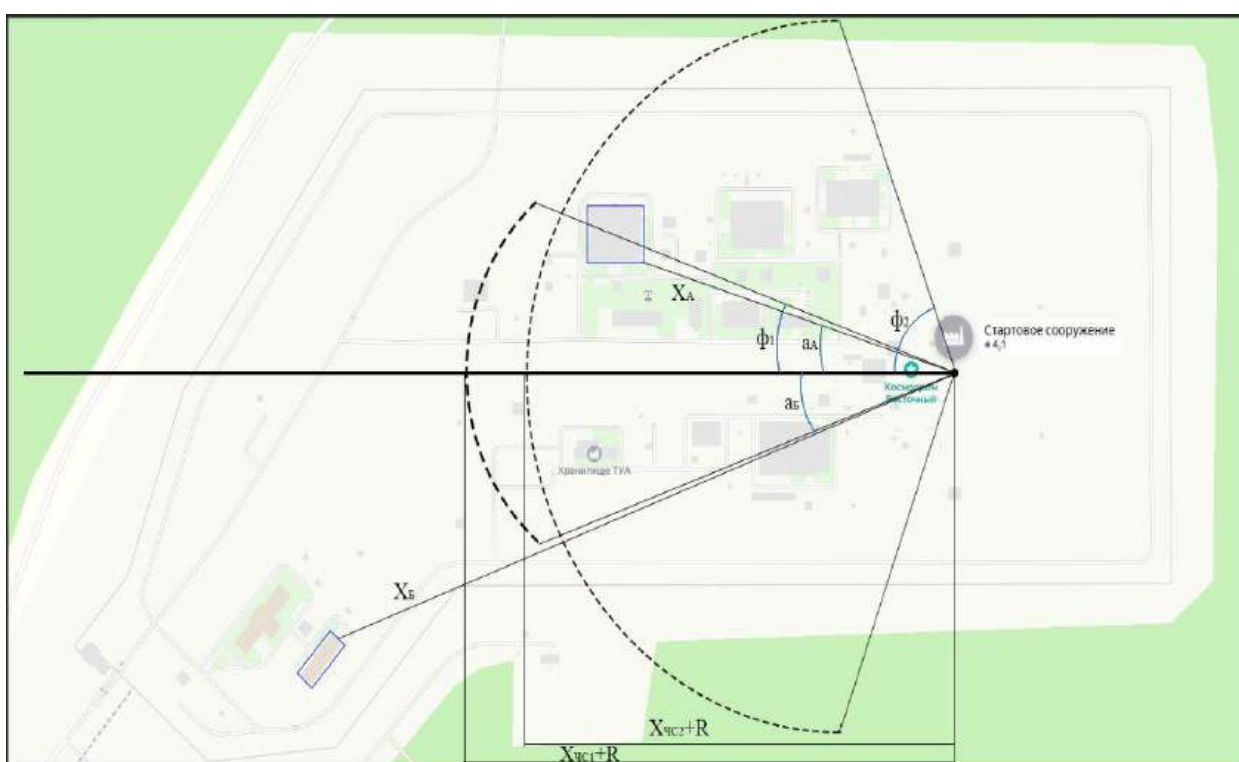


Рис. 4. Схема зон опасного заражения гептилом на примере космодрома "Восточный"

А		В	С
1	Ударная волна		
2	Исходные данные		
3	Параметр	Значение	Система измерения
4	Мкрт	428300	кг
5	Ккрт	0,95	
6	К1	0,84	
7	К2	0,27	
8	К3	0,7	
9	г	378	м
10	Расчет		
11	Параметр	Значение	Система измерения
12	С	$=B5*(B4)^{(2/3)}$	
13	ΔP_f	$=(B6*((B12^{(1/3)})/B9))+(B7*((B12^{(1/3)})/B9)^2)+(B8*((B12^{(1/3)})/B9)^3)$	МПа
14	t+	$=1,1*(B12^{(1/6)})*(B9^{(1/2)})$	мс

Рис. 5. Пример расчета ударной волны в программе "Microsoft Excel"

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): Учеб. 4-е изд., перераб. и доп. — М.: ИД «Юрайт», 2013. 682 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пос. под ред. Лушпа Е. Ю. — Балашиха: ВА РВСН, 2017. — 296 с.
3. Космодром "Восточный" [Электронный ресурс]: информационный ресурс АО «ЦЭНКИ» — Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры // URL: <https://www.russian.space/138/>.
4. Ракета-носитель «Протон-М» [Электронный ресурс]: информационный ресурс Госкорпорации «Роскосмос» // URL: <https://www.roscosmos.ru/465/>.

CALCULATION OF THE SPREAD OF A CLOUD OF ROCKET FUEL COMPONENTS IN THE EVENT OF A SPACE ROCKET ACCIDENT AT LAUNCH

V. V. Kabakov, E. Yu. Lushpa, V. A. Kostenko

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

The article considers an algorithm for calculating the propagation of a cloud of highly toxic components of rocket fuel in the event of a space rocket accident at launch consisting of two components. The first is the calculation of the shock wave, the second component is the propagation of a cloud of rocket fuel components. The materials presented in the article can be used in the design of life support systems for protected structures of the launch complex.

Keywords: technosphere safety, rocket fuel, emergency situation.

Bibliography — 4 references.

Received September 2, 2023

УДК 658.5

DOI: 10.52190/1729-6552_2023_3_44

EDN: QWNXSX

ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШТАТНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ ПРАВАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПК

М. М. Вологина, канд. эконом. наук

АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение», г. Королёв, Московская обл., Россия

В статье раскрывается актуальность проблемы нормирования труда и определения штатной численности специалистов по интеллектуальной собственности, обусловленная отсутствием типовых норм труда в области интеллектуальной собственности. Проведен анализ действующей законодательной базы по нормированию труда. Показана необходимость разработки современных типовых норм труда для специалистов по управлению интеллектуальными правами. Сделаны выводы о возможности проведения научно-исследовательских работ по разработке проекта типовых норм труда в области интеллектуальной собственности.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, результаты интеллектуальной деятельности, специалист по интеллектуальной собственности, нормирование труда, типовые нормы труда.

Приоритеты и перспективы государственной политики в области научно-технологического развития, направленные на обеспечение устойчивого, динамичного и сбалансированного развития Российской Федерации на долгосрочный период, сформулированы в утвержденной Указом Президента № 642 от 1 декабря 2016 года долгосрочной Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (Стратегия) [1].

Взаимозависимость научно-технологического развития государства и системы управления интеллектуальными правами подтверждена тем, что в перечне показателей реализации Стратегии, динамика которых подлежит мониторингу [2], три из шести показателей, отражающих состояние и результативность сферы науки, технологий и инноваций, связаны с интеллектуальной собственностью:

- Место Российской Федерации по удельному весу в общем числе заявок на получение патента на изобретение, поданных в мире по областям, определяемым приоритетами научно-технологического развития.

- Доля инновационной продукции (товаров, услуг), созданной с использованием результатов интеллектуальной деятельности, права на которые принадлежат российским правообладателям, в валовом внутреннем продукте.

- Соотношение экспорта и импорта технологий и услуг технологического характера (включая права на результаты интеллектуальной деятельности).

Очевидно, что достижение значений показателей реализации Стратегии, связанных с областью интеллектуальной собственности (ИС), напрямую зависит от квалификации и количества профессионалов, занятых в управлении правами на результаты интеллектуальной деятельности (РИД).

Проблематика, связанная с кадровым обеспечением в сфере интеллектуальной собственности в Российской Федерации, исследуется на постоянной основе Федеральным институтом промышленной собственности (ФГБУ ФИПС). Представляет интерес проведенная ФГБУ ФИПС в 2018—2019 гг. научно-исследовательская работа (НИР) на тему «Проблемы обеспечения квалифицированными кадрами сферы интеллектуальной собственности и пути их решения» [3, 4], раскрывающая проблему нехватки обеспеченности профильными специалистами сферы интеллектуальной собственности. Требуемое количество специалистов определяли исходя из соотношения планового и текущего значений глобального инновационного индекса Российской Федерации и связанной с ним динамики подачи заявок на изобретения, полезные модели, промышленные образ-

Вологина Мария Михайловна, начальник отдела интеллектуальной собственности и научно-технической информации.

E-mail: oisnti@ktrv.ru

Статья поступила в редакцию 12 сентября 2023 г.

© Вологина М. М., 2023

цы и другие охраняемые результаты интеллектуальной деятельности.

В рамках выполнения НИР [3, 4], была также разработана методика расчета кадровой потребности в специалистах, обладающих компетенциями в сфере интеллектуальной собственности, опубликованная в монографии «Кадровый потенциал сферы интеллектуальной собственности: изучение, развитие, управление» [5] (Методика). Определенная на основании Методики потребность в специалистах, обладающих компетенциями по управлению интеллектуальными правами, в 2019 г. превышала 300 000 человек [4, 5], при том, что среднее количество работников, трудовая функция которых связана с интеллектуальной собственностью, составляло 0,05 % штатной численности предприятий РФ. Для производственных предприятий данный показатель составил 0,03 %, для научно-исследовательских институтов — 0,2 %, для высших учебных заведений — 0,11 %. Предприятия оборонно-промышленного комплекса (ОПК), преимущественно состоящие из объединений производственных, конструкторских и проектных подразделений, вошли в категорию «производственные предприятия». Значение показателя 0,03 % штатной численности означает, что на предприятии в 3300 человек работает один патентовед. Полноценные службы по управлению правами на РИД существуют далеко не везде, что и показало проведенное исследование [4, 5].

Специфика продукции предприятий ОПК, относимой к продукции военного, специального или двойного назначения, а также договорных отношений, в рамках которых такая продукция разрабатывается и выпускается (преимущественно государственные контракты), определяет особенности деятельности в области интеллектуальной собственности. Активным участником оборота прав на РИД является государство, как правообладатель большинства создаваемых РИД на предприятиях ОПК.

В последние годы были актуализированы действующие и разработаны новые нормативные акты [6—11], регулирующие деятельность государства как правообладателя результатов интеллектуальной деятельности, создаваемых в рамках государственных контрактов, положениями которых закреплены обязанности исполнителей в части прав интеллектуальной собственности: выявление предшествующей интеллектуальной собственности, принадлежащей исполнителю или третьим лицам, и согласование с государственным заказчиком права ее использования; выявление охраноспособных РИД и обеспечение их правовой охраны; выплата вознаграждения авторам служебных РИД; проведение патентных исследований в зави-

симости от вида работ на этапах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) с целью определения технического уровня, патентной чистоты и патентоспособности разрабатываемой продукции; предоставление данных по установленным формам для осуществления государственного учета создаваемых РИД; формирование фактических затрат при создании и получении исключительных прав на РИД для постановки на бюджетный учет в качестве нематериального актива (НМА); проведение инвентаризации РИД по окончании НИОКР (этапов НИОКР), заключение лицензионных договоров или договоров отчуждения с целью правового использования принадлежащих государственному заказчику исключительных прав на РИД при серийном изготовлении продукции по завершении НИОКР.

Контроль выполнения положений государственных контрактов исполнителями — предприятиями ОПК осуществляется на постоянной основе с привлечением соответствующих проверяющих органов.

В зависимости от специфики деятельности предприятия и его места в организационной структуре холдинга, корпорации или иной интегрированной структуры, направлений деятельности по управлению правами на РИД в общем случае может быть более двадцати, а именно:

- планирование деятельности по ИС с годовыми планами и сметами;
- разработка и актуализация локальных нормативных документов по ИС;
- сопровождение деятельности экспертных советов по ИС;
- выявление предшествующей интеллектуальной собственности перед началом проекта;
- согласование текстов контрактов и технических заданий в части ИС;
- проведение патентных исследований при выполнении НИОКР;
- правовая охрана создаваемых РИД;
- государственный учет РИД (для РИД, создаваемых в рамках государственных контрактов);
- деятельность по распоряжению правами на РИД (в т. ч. заключение лицензионных договоров и договоров отчуждения);
- составление разделов отчетов НИОКР в части ИС;
- формирование сведений о фактических затратах на создание РИД;
- инвентаризация РИД (по окончании НИОКР (этапов НИОКР), ежегодная плановая, инициативная внеплановая);

- постановка на бухгалтерский учет (снятие с учета) прав на РИД в качестве НМА;
- постановка на бюджетный учет прав на РИД в качестве НМА (для РИД, создаваемых в рамках государственных контрактов);
- урегулирование отношений с авторами РИД;
- поддержание в силе охранных документов;
- контроль использования РИД в собственном производстве;
- судебно-претензионная деятельность по защите прав;
- управленческий учет РИД;
- заполнение форм государственной статистической и иной отчетности;
- предоставление данных по ИС при проверках контролирующих органов;
- формирование патентно-информационного и справочного фонда;
- автоматизация деятельности по учету и управлению в части ИС;
- рационализаторская деятельность;
- корпоративная работа (при наличии).

Деятельность предприятий ОПК связана как с реализацией государственных контрактов с привлечением средств федерального бюджета, так и с привлечением иных источников финансирования, например, собственных или заемных средств. В любом случае, независимо от источника финансирования, деятельность по управлению интеллектуальными правами при сопровождении осуществляемых проектов минимизирует риски от отсутствия защиты создаваемых разработок, а также от нарушения прав иных правообладателей, и является полноценной составляющей всех производимых предприятиями работ.

Несмотря на то, что проводимые работы специалистами по интеллектуальной собственности в основном одинаковы для всех проектов, сопровождение государственных контрактов имеет особенности, связанные с государственным правообладанием, в том числе государственный учет РИД, распоряжение правами и другие, которые представляют собой значительную нагрузку.

Выполнение положений государственных контрактов, в том числе и в части прав интеллектуальной собственности, является безусловным для всех, и подлежит тщательному контролю со стороны многочисленных проверяющих органов. Регулярные проверки прокуратуры и Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент), находящейся в ведении Минэкономразвития России в рамках осуществления полномочий по правовой защите интересов государства в процессе экономического и гражданско-правового оборота результатов научно-

исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ военного, специального и двойного назначения, по контролю и надзору в сфере правовой охраны и использования результатов интеллектуальной деятельности гражданского, военного, специального и двойного назначения, созданных за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, а также контролю и надзору в установленной сфере деятельности в отношении государственных заказчиков и организаций — исполнителей государственных контрактов, предусматривающих проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ согласно Постановлению правительства РФ от 21.03.2012 г. № 218 «О Федеральной службе по интеллектуальной собственности» [12], также требуют определенных временных и трудовых ресурсов.

Представляется логичным предположить о наличии заинтересованности государства в достаточном количестве специалистов у исполнителей государственных контрактов для обеспечения эффективности процессов разработки и изготовления продукции предприятий ОПК, в том числе сопровождения в части управления правами на РИД.

Очевидно, что силами 0,03 % штатной численности (один специалист на 3300 человек) [4, 5], невозможно обеспечить реализацию всего вышеперечисленного объема работ. Так сколько же специалистов по управлению интеллектуальными правами необходимо иметь в штате предприятия для обеспечения качественного сопровождения как государственных контрактов, так и других проектов? — Для ответа на этот вопрос обратимся к действующей нормативной базе.

В настоящее время централизованная государственная система нормирования труда отсутствует. Нормирование труда является прерогативой работодателя. В Трудовом Кодексе Российской Федерации (ТК) [13] нормированию труда посвящена Глава 22, состоящая всего из пяти статей (ст. 159—ст. 163). Статьей 159 ТК работникам гарантируются государственное содействие системной организации нормирования труда и применение систем нормирования труда, определяемых работодателем с учетом мнения представительного органа работников или устанавливаемых коллективным договором. Нормы труда определены статьей 160 ТК как нормы выработки, времени, нормативы численности и другие нормы, которые устанавливаются в соответствии с достигнутым уровнем техники, технологии, организации производства и труда. В статье 161 ТК указано, что для однородных работ могут разрабатываться и устанавливаться типовые (межотраслевые, отраслевые, профессиональные и иные) нормы труда в поряд-

ке, установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

В пункте 8 Методических рекомендаций по разработке систем нормирования труда в государственных (муниципальных) учреждениях, утвержденных Приказом Минтруда России от 30.09.2013 № 504 [14] указано, что при определении норм труда рекомендуется проводить анализ имеющихся типовых (межотраслевых, отраслевых, профессиональных и иных) норм труда, утвержденных федеральными органами исполнительной власти в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 11.11.2002 № 804 «О правилах разработки и утверждения типовых норм труда» [15], и соотнесение их с фактическими организационно-техническими условиями выполнения технологических (трудовых) процессов в учреждении.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 11.11.2002 № 804 [15] типовые нормы труда разрабатываются федеральным органом исполнительной власти, на который возложены управление, регулирование и координация деятельности в отрасли (подотрасли) экономики (далее именуется — федеральный орган исполнительной власти), а утверждаются, в зависимости от вида типовых норм, или - для межотраслевых — Министерством труда и социального развития Российской Федерации, или - для профессиональных, отраслевых и иных - федеральным органом исполнительной власти по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации.

Такие типовые нормы труда для нормирования работ по управлению правами на РИД в настоящее время отсутствуют, что следует из представленного на сайте Министерства труда и социальной защиты РФ Перечня действующих типовых отраслевых (межотраслевых) норм труда, утвержденных нормативными правовыми актами Российской Федерации и СССР [16], в отличие от советского времени, когда был разработан ряд типовых нормативов для нормирования труда работников в области изобретательства и рационализации, позволявших определять фактические трудоемкости выполненных работ, а также оценивать трудоемкости и необходимую штатную численность в целом.

В 1982 г. Центральным бюро нормативов по труду при Научно-исследовательском институте труда Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам были утверждены «Нормативы численности инженеров по рационализации и изобретательству», пришедшие на смену

ранее действовавшим «Нормативам численности инженеров по рационализации и изобретательству» 1974 и 1977 гг. [17], а в 1987 г. Центральным бюро нормативов по труду при всесоюзном научно-методическом центре по организации труда и управления производством Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам были утверждены «Нормативы времени на патентные исследования» [18], действовавшие до 31 декабря 1993 года.

«Нормативы численности инженеров по рационализации и изобретательству» [17] были разработаны Центральным бюро нормативов по труду при Научно-исследовательском институте труда Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам при участии более десяти Министерств, а «Нормативы времени на патентные исследования» [18] были разработаны Всесоюзным научно-исследовательским институтом патентной информации НПО "Поиск" и Всесоюзным центром патентных услуг Госкомизобретений под методическим руководством Центрального бюро нормативов по труду при Всесоюзном научно-методическом центре по организации труда и управления производством Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам с участием Госкомизобретений, Академии наук СССР, а также более двадцати других министерств и ведомств, что говорит о масштабности и значимости работы по их созданию.

Нормативы [16, 17] разрабатывались на основании действовавшей нормативной базы в области изобретательства и рационализации, в том числе «Положения об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях», утвержденного постановлением Совета Министров СССР от 21.08.1973 г. № 584 [19], некоторые содержащиеся в них нормы отражают соответствующую тому времени специфику и в настоящее время утратили актуальность. Вместе с тем, примененные в них общие подходы к определению требуемой численности работников патентных подразделений, а также к укрупненному и пооперационному нормированию деятельности в области изобретательства и рационализации могли бы быть взяты за основу при разработке современных типовых норм труда по управлению интеллектуальными правами.

Проработку данного вопроса, актуальность которого назрела уже давно, можно было бы осуществить под руководством Роспатента, например, в рамках той же научной деятельности, проводимой подведомственным Роспатенту Федеральным институтом промышленной собственности, с привлечением всех заинтересованных сторон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ № 642 от 01.12.2016 г. «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», в ред. Указа Президента РФ от 15.03.2021 № 143 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения 23.08.2023).
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 15 августа 2019 г. № 1824-р «Об утверждении Перечня показателей реализации стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, динамика которых подлежит мониторингу» // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, (дата обращения 20.08.2023 г.).
3. **Иванова М. Г., Лопатина Н. В., Монастырский Д. В., и др.** Проблемы обеспечения квалифицированными кадрами сферы интеллектуальной собственности и пути их решения [Текст]: отчет о НИР (оконч.) / Федеральный институт промышленной собственности, рук. Неретин О. П., Рег. № НИОКТР АААА-А18-118061990047-8, Рег. № ИКРБС АААА-Б19-219072590027-8. — М., 2019. — 111 с.
4. **Иванова М. Г., Лопатина Н. В., Монастырский Д. В., и др.** Проблемы обеспечения квалифицированными кадрами сферы интеллектуальной собственности и пути их решения [Текст]: отчет о НИР (промежуточ.) / Федеральный институт промышленной собственности, рук. Неретин О. П., Рег. № НИОКТР АААА-А18-118061990047-8, Рег. № ИКРБС АААА-Б19-219072590027-8. — М., 2018. — 81 с.
5. **Неретин О. П., Лопатина Н. В., Томашевская Е. А.** Кадровый потенциал сферы интеллектуальной собственности: изучение, развитие, управление. Монография / Федеральный институт промышленной собственности. — М.: ФИПС, 2020. — 282 с.
6. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая)" от 18.12.2006 № 230-ФЗ (ред. от 13.06.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 29.06.2023) // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, (дата обращения 20.08.2023 г.).
7. Постановление Правительства РФ от 29.12.2021 № 2550 "Об утверждении Правил управления принадлежащими РФ правами на результаты интеллектуальной деятельности, в том числе правами на результаты интеллектуальной деятельности, непосредственно связанные с обеспечением обороны и безопасности, и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства РФ" // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, дата обращения 20.08.2023 г.
8. Постановление Правительства РФ от 07.10.2021 № 1705 "О едином реестре результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ военного, специального или двойного назначения и признании утратившими силу некоторых актов Правительства РФ и отдельного положения акта Правительства РФ" // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, (дата обращения 20.08.2023 г.).
9. Постановление Правительства РФ от 28.10.2021 № 1845 "Об утверждении Правил ведения Реестра результатов интеллектуальной деятельности, непосредственно связанных с обеспечением обороны и безопасности" // [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.consultant.ru, (дата обращения 20.08.2023 г.).
10. Указ Президента РФ от 08.11.2021 № 634 "Об утверждении Правил установления принадлежности лицу, выполняющему государственный контракт, права на получение патента и исключительного права на результат интеллектуальной деятельности, непосредственно связанный с обеспечением обороны и безопасности" // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, (дата обращения 20.08.2023 г.).
11. Постановление Правительства РФ от 29.11.2021 № 2087 "О порядке подготовки и содержании представления для принятия решения Президентом РФ о передаче принадлежащего Российской Федерации исключительного права на результат интеллектуальной деятельности, непосредственно связанный с обеспечением обороны и безопасности" // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, (дата обращения 07.09.2023 г.).
12. Постановление Правительства РФ от 21.03.2012 № 218 (ред. от 21.04.2022) "О Федеральной службе по интеллектуальной собственности" (вместе с "Положением о Федеральной службе по интеллектуальной собственности") (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.12.2022) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, (дата обращения 07.09.2023 г.).
13. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 197-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, (дата обращения 07.09.2023 г.).
14. Об утверждении методических рекомендаций по разработке систем нормирования труда в государственных (муниципальных) учреждениях: приказ Минтруда России от 30.09.2013 № 504 // Бюллетень трудового и социального законодательства РФ. № 12. 2013.
15. Постановление Правительства РФ от 11.11.2002 № 804 "О Правилах разработки и утверждения типовых норм труда" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru>, (дата обращения 07.09.2023 г.).
16. Перечень типовых отраслевых (межотраслевых) норм труда, утвержденных нормативными правовыми актами Российской Федерации и СССР // [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/norma_truda/docs/docs_books, (дата обращения 07.09.2023 г.).
17. Нормативы численности инженеров по рационализации и изобретательству [Текст] / Центральное бюро нормативов по труду при Научно-исследовательском институте труда Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам. — М.: [б. н.], 1982. — 28 с.
18. Нормативы времени на патентные исследования / Центральное бюро нормативов по труду при всесоюзном научно-методическом центре по организации труда и управления производством Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам. — М.: "Экономика", 1987. — 23 с.
19. «Положение об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях», утвержденного постановлением Совета Министров СССР от 21.08.1973 г. № 584.

THE PROBLEM OF DETERMINING THE STAFFING OF SPECIALISTS IN THE MANAGEMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS AT DEFENSE ENTERPRISES

M. M. Vologina

Tactical Missiles Corporation JSC, Korolev, Moscow region, Russia

The article reveals the relevance of the problem of labor rationing and determining the staffing of intellectual property specialists, due to the lack of standard labor standards in the field of intellectual property, an analysis of the current legislative framework for labor rationing is carried out. The necessity of developing modern standard labor standards for specialists in intellectual property rights management is shown. Conclusions are drawn about the possibility of carrying out research work on the development of a draft model labor standards in the field of intellectual property.

Keywords: intellectual property, results of intellectual activity, intellectual property specialist, labor rationing, model labor standards.

Bibliography — 19 references.

Received September 12, 2023

Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России: Межотр. науч.-техн. журнал / Федеральное государственное унитарное предприятие «НТЦ оборонного комплекса «Компас», 2023. Вып. 3. С. 1—52.

Компьютерная верстка: *Н. В. Ильина, К. В. Трыкина*

Подписано в печать 19.09.2023.

Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 6,2.

Тираж 250 экз. Заказ 2021.

Свободная цена.

Адрес редакции: 125424, Москва, Волоколамское ш., 77.

ФГУП «НТЦ оборонного комплекса «Компас».

<http://ntckompas.ru>

Отпечатано: 101000, Москва,

Лубянский проезд, д. 15, стр. 4, помещ. IX, ком. 15, 16

ООО «Спиди-Принт.ру»

Индекс 79379.

Правила для авторов по оформлению рукописей статей, предлагаемых к публикации в журналах

Направляя рукопись статьи в редакцию журнала, авторы передают редколлегии и издателю журнала безвозмездное неисключительное право опубликовать ее на русском языке в качестве статьи в печатной и электронной версиях журнала в сети Интернет. При этом за авторами сохраняются их интеллектуальные права на рукопись статьи (в том числе "авторское право"). В связи с этим и с учетом Четвертой части (Раздел VII) Гражданского кодекса РФ авторами должно быть представлено в редакцию письмо в следующей форме:

Лицензионный договор о передаче права на публикацию (издательский лицензионный договор)

Мы, нижеподписавшиеся, авторы рукописи,
предоставляем редколлегии журнала и издателю ФГУП «НТЦ оборонного комплекса «Компас»
.....
(название журнала)
безвозмездную простую (неисключительную) лицензию на публикацию рукописи статьи как в печатной, так и в электронной версиях журнала.

Мы подтверждаем, что данная публикация не нарушает интеллектуальных прав других лиц или организаций.

Подписи авторов: (ф.и.о., ученая степень, дата)
.....
.....

Статья должна быть подписана всеми авторами. В случае нескольких авторов указывается фамилия автора, ответственного за переписку с редакцией. Рукопись статьи направляется на адрес редакции журнала: 125424, Москва, Волоколамское ш., д. 77, ФГУП «НТЦ оборонного комплекса «Компас», Редакция журнала. Дополнительная информация может быть получена в редакции при обращении по телефону: 8 (495) 491-43-17 или по E-mail: izdanie@ntckompas.ru.

Каждая статья рецензируется в соответствии с решением редколлегии журнала. Рецензенты выбирают из числа ученых и специалистов, компетентных в вопросах, рассматриваемых в статье, и имеющих собственные публикации в данном направлении. Решение о порядке публикации статьи принимается редколлгией с учетом мнения рецензентов. В случае разногласий среди членов редколлегии окончательное решение принимает главный редактор. При полном отклонении рукописи статьи от публикации редакция журнала направляет авторам мотивированный отказ. По этому факту редакция не вступает в полемику с авторами.

Комплектование статьи (обзора)

Статья должна быть представлена в редакцию в следующем комплекте:

- сопроводительное письмо, подписанное руководством организации;
- экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати и распространения в Российской Федерации и других государствах. При отсутствии в организации экспертной комиссии вме-

сто экспертного заключения может быть представлено соответствующее заявление на имя главного редактора журнала от имени руководства организации, где работают авторы. В экспертном заключении или заявлении в обязательном порядке должна быть отражена возможность открытой публикации и передачи публикуемых материалов за границу.

- лицензионный договор по приведенному образцу;
- рукопись статьи — объем статьи (без рисунков) не должен превышать 10 страниц формата А4 при 1,5 межстрочных интервалах, а объем статьи обзорного характера — 20 страниц. Рекомендуемая гарнитура — New Times Roman. Размер шрифта — 12;
- Материал статьи представляется в редакцию в печатном виде (на бумажном носителе) и в электронном варианте с текстом в формате Word на электронную почту.

Оформление статьи:

- статья начинается с указания УДК;
- название статьи набирается строчными буквами (кроме начальной прописной) полужирным шрифтом, размер шрифта 14, для остального текста используется простой шрифт размером 12, причем рекомендуемая гарнитура шрифта — Times New Roman;
- после названия — список авторов, инициалы авторов предшествуют их фамилиям;

- далее представляется аннотация статьи (10—15 строк с раскрытием цели работы и её основных результатов);

- далее приводится список ключевых слов для данной статьи (не более десяти);

- страницы текста нумеруются без пропусков и добавлений литерных обозначений (типа 1а, 2б и т. п.), причем в сквозную нумерацию должны быть включены все элементы статьи;

- внизу первой страницы текста помещается отдельный абзац (с полужирным шрифтом), содержащий контактную информацию об авторе (или авторах) в следующем виде: фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, почтовый адрес предприятия, телефон, E-mail;

- основной текст статьи должен начинаться с четкой постановкой цели и задач работы, сопровождаемой аргументами в пользу ее выполнения на фоне существующего состояния затронутой в статье проблемы. Дальнейший текст статьи также должен иметь смысловые рубрикаторы (разделы и подразделы) без их нумерации. Заканчиваться статья должна отдельным разделом «Заключение» с перечислением основных результатов, следующих из них выводов и, по возможности, предложений по развитию исследований и использованию их результатов.

- после основного текста — список использованных источников "Литература" (не менее 5 источников); Список использованной литературы должен соответствовать всем ссылкам на внешние источники в тексте статьи. Ссылки оформляются в квадратных скобках, например, [1—6], [7, 8]. Внутренние ссылки, т. е. ссылки на формулы, рисунки и таблицы статьи оформляются с использованием круглых скобок, например, формула (1), уравнение (4), (рис. 3), (табл. 2). Любые ссылки в подписях к рисункам и в самих рисунках не рекомендуются;

- далее размещается подробная англоязычная информация о статье: название статьи, фамилия и инициалы авторов (английская транслитерация), предприятие, аннотация, ключевые слова (Keywords).

Оформление рисунков:

- рисунки и графики вставляются непосредственно в нужном месте в статье и в желаемом масштабе.

- рядом с осями графиков указываются отображаемые физические величины только в символьной (буквенной) форме, а через запятую — размерность величины по-русски (прямым шрифтом). Различные кривые на графиках рекомендуется нумеровать, даже если они характеризуются отдельным цветом или типом линии. Графики представляются только на

белом фоне. Вспомогательные сетки на площади графика не допускаются;

- подписи под соответствующими рисунками (полужирный курсивный) представляются в нужных местах текста. Каждая подпись должна быть по возможности лаконичной, но емкой по содержанию.

Оформление формул:

- простые формулы вводить в текст в формате используемого текстового редактора, более сложные формулы — с использованием редактора формул MathType;

- стандартные математические обозначения (например, \max , \log , \sin , \exp и т. д.) должны быть набраны прямо. То же относится к цифрам и числам;

- для символьного обозначения не векторных физических (технических) величин использовать только латинский и греческий алфавиты, при этом в тексте для греческих букв использовать прямой шрифт, для латинских букв — наклонный шрифт (курсив);

- векторы и матрицы обозначать полужирным прямым шрифтом;

- для нижних и верхних индексов применять арабские цифры, латинские или греческие буквы. Если индекс представляет собой сокращенную форму русского слова — характеристики, то допустимо использовать в его обозначении русские буквы (прямой шрифт), например $U_{\text{вх}}$, $I_{\text{вых}}$, $v_{\text{гр}}$ и т. п.

- размерность физических величин обозначается всегда только по-русски прямым шрифтом.

Оформление таблиц:

- содержание таблицы не должно дублировать данные, приводимые на графиках или в тексте;

- графы должны иметь название без сокращения отдельных слов.

Рисунки, формулы и таблицы должны иметь свою отдельную сквозную нумерацию. Если на конкретную формулу нет дополнительных (возвратных) ссылок в тексте или она в единственном числе, то нумерация ее не нужна. Единственные таблица и/или рисунок также не нумеруются.

При публикации в журнале каждая статья (в контактной информации) сопровождается сноской со знаком охраны авторского права ©, поставленным перед фамилией автора (фамилиями авторов) и годом издания.

Авторы (или автор) каждой статьи после выхода журнала в свет имеют право на получение от редакции электронной версии статьи в PDF-формате (редактор Adobe Acrobat).