

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ковровская государственная технологическая академия
имени В.А. Дегтярева»

**Международная
научно-техническая и
научно-методическая конференция,
посвящённая 150-летию конструктора-оружейника
Владимира Григорьевича Федорова –
родоначальника отечественного автоматического
стрелкового оружия**



Ковров 2024

УДК 623
В 73

Международная научно-техническая и научно-методическая конференция, посвященная 150-летию конструктора-оружейника Владимира Григорьевича Федорова - родоначальника отечественного автоматического стрелкового оружия. –
Ковров: ФГБОУ ВО «КГТА имени В.А. Дегтярева», 2024. – 376с.

Сборник содержит материалы Международной научно-технической и научно-методической конференции, посвященной 150-летию конструктора-оружейника Владимира Григорьевича Федорова - родоначальника отечественного автоматического стрелкового оружия, проведенной в ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева» 14-15 мая 2024 года.

Предназначается сотрудникам, аспирантам, магистрантам и студентам технических вузов.

Редколлегия:

Смышников Р.В. – председатель, канд. техн. наук;

Лаврищева Е.Е. – д-р экон. наук;

Смолянинова Ю.В. – канд. экон. наук;

Замятин А.Ю. – д-р техн. наук;

Левин А.И. – вице-президент Лиги оборонных предприятий Владимирской области;

Изонов В.В. – д-р ист. наук;

Халатов Е.М. – д-р техн. наук;

Даршт Я.А. – д-р техн. наук;

Александров А.Ю. – д-р техн. наук;

Грачева И.В. – канд. геогр. наук;

Митрофанов А.А. – канд. техн. наук;

Быкова А.В. – канд. филол. наук

ISBN 978-5-86151-739-3

© ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева», 2024

ПРЕДИСЛОВИЕ

Личность Владимира Григорьевича Фёдорова для Коврова знаковая. Создатель первого в мире автоматического оружия сформировал знаменитую ковровскую оружейную школу. Дегтярёв, Шпагин, Симонов, Горюнов, другие знаменитые конструкторы, которых знают не только в России, но и во всём мире — его ученики и продолжатели его идей. Флагман российской оборонной промышленности — завод, который сейчас носит имя Василия Алексеевича Дегтярёва — своё значение и мощь приобрёл именно благодаря Владимиру Фёдорову, на этом предприятии ковалось оружие Победы, и сейчас он продолжает создавать наш оборонный щит. На нашем заводе Фёдоров создал и первое в стране конструкторское бюро.

На протяжении 55 лет Ковровская академия готовит инженерные кадры. Выпустив за эти годы более 20 тысяч специалистов, многие из которых трудятся на предприятиях оборонно-промышленного комплекса как Коврова и Владимирского региона, так и всей страны, академия по праву считается кузницей инженерно-технических кадров России.

КГТА продолжает дело Владимира Фёдорова как создателя автоматического оружия. В академии создана и успешно работает научная школа по исследованию и производству стрелкового оружия на кафедре «Машиностроение». Научно-исследовательская работа идёт непрерывно с момента создания кафедры, ковровские учёные и студенты в соавторстве со специалистами завода им. Дегтярёва решают задачи, связанные с разработкой методов повышения живучести стволов автоматического стрелково-пушечного вооружения на основе разработки новых конструкций, материалов и методов защиты направляющей части канала ствола.

Сейчас в совместной разработке с конструкторами ЗиДа находятся такие проекты, как разработка снайперского оружия повышенной точности калибров 7,62-8,61 мм; создание дульных устройств повышенной эффективности; адаптация стрелкового оружия для его установки и применения на БПЛА.

Одним из актуальных направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) учёных академии является сфера беспилотного транспорта. Более 10 лет назад учёные и студенты кафедры робототехники начали создавать и совершенствовать оборудование и программное обеспечение для роботизированных систем наземного транспорта.

Также разработки ведутся в области исполнительных механизмов беспилотных летательных аппаратов и в области построения систем «органов чувств» для них. Речь идет о создании программно-аппаратных комплексов для ориентирования беспилотника в пространстве. Необходимо обеспечить беспилотное транспортное средство зрением, слухом и другими «чувствами», а самое главное, научить думать и принимать решения.

По этому направлению учёные академии сейчас выполняют государственное задание по теме «Создание информационно-измерительной системы высокоавтоматизированного транспортного средства для работы в недетерминированных условиях». Для выполнения госзадания создана рабочая группа из ведущих учёных и специалистов академии, а также талантливых студентов.

В сборнике научных трудов представлены работы по направлениям «Актуальные вопросы создания и применения беспилотных авиационных, наземных и морских систем. Технологии и средства противодействия» «Развитие наземных, авиационных и морских беспилотных систем и защита от вражеских устройств», «Современные системы подготовки кадров для нужд предприятий оборонного комплекса», «Исследование, разработка и производство ствольного оружия и боеприпасов» и «Разработка и

моделирование приводов и систем управления специального назначения». Авторы работ — учёные Ковровской академии и представители предприятий-партнёров и вузов со всей России.

Темы символические: они перекликаются с делом жизни и принципами работы Владимира Фёдорова. Гениальный конструктор создавал и развивал прорывные технологии – на заре 20-го века это было автоматическое ствольное оружие. Сегодня наряду с этим актуальной и жизненно важной стала тема беспилотных систем. Также В. Фёдоров придавал огромное значение подготовке кадров, формированию команды профессионалов — эту задачу сейчас решает Ковровская академия совместно с предприятиями-партнёрами.

*Ректор ФГБОУ ВО «КГТА им. В.А. Дегтярева»
доктор экономических наук Е.Е. Лаврищева*

***Секция 1. ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И
ПРОИЗВОДСТВО СТВОЛЬНОГО ОРУЖИЯ И БОЕПРИПАСОВ***

УДК 621.757

**РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
МНОГОШПИНДЕЛЬНОГО ГАЙКОВЁРТА НА ОСНОВЕ
СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ РАБОТЫ**

*Матросов А.Е., канд. техн. наук, доцент,
Житников Ю.З., д-р техн. наук, профессор*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»;*

Б.Ю.Житников, д-р техн. наук, профессор

Владимирский филиал РАНХ и ГС при Президенте РФ;

*Лошкарёв А.А., зам. генерального директора по производству
ОАО «Сигнал», г. Ковров.*

Аннотация. Представлена методика разработки кинематических схем сложных механических систем на основе структурной схемы управления процессом работы.

Ключевые слова: структурная схема управления, многошпиндельный гайковёрт, кинематическая схема, электрические элементы управления, механические аналоги.

Представляется способ разработки кинематической схемы многошпиндельного гайковёрта на основе структурной схемы управления процессом завинчивания и высокоточной затяжки групповых резьбовых соединений с обеспечением герметичности стыка между узлом и скрепляемым фланцем [1, 2].

В многошпиндельных гайковёртах, работающих с автономными приводами для каждого шпинделя, из – за разной частоты вращения приводов и неодинаковой длины завинчивания резьбо-

вых деталей затяжка каждого соединения начинается и завершается неодновременно, что приводит к перекосу плоскости фланца относительно плоскости узла, а следовательно к нарушению герметичности стыка.

Обоснуем кинематическую схему высокоточного многошпиндельного гайковёрта, работающего от одного привода.

Предварительно разработаем структурную схему управления процессом работы гайковёрта.

Для кинематической, высокоточной сборки групповых резьбовых соединений и простоты системы управления работой устройство должно иметь:

- один привод с задающим устройством момента частот вращения и крутящего момента;
- для одновременного прижатия скреплённого узла процесс затяжки резьбовых соединений должен осуществляться синхронно на требуемый угол и передаваться по двум кинематическим ветвям вращения;
- первая ветвь вращения быстроходная, но маломоментная для завинчивания и предварительной затяжки;
- вторая ветвь вращения тихоходная, но высокомоментная для окончательной затяжки;
- каждая ветвь вращения должна разделяться в соответствии с числом шпинделей многошпиндельного гайковёрта;
- предельное значение малого момента предварительной затяжки должно задаваться специальным устройством;
- после предварительной затяжки вращение каждого шпинделя должно быть остановлено;
- для переключения с быстроходной ветви вращения на тихоходную должно быть специальное устройство;
- при достижении требуемого момента синхронной затяжки соединений отключается двигатель.

С учётом выражения указанных требований предлагается структурная схема управления работой многошпиндельного гайковёрта (рис.1).

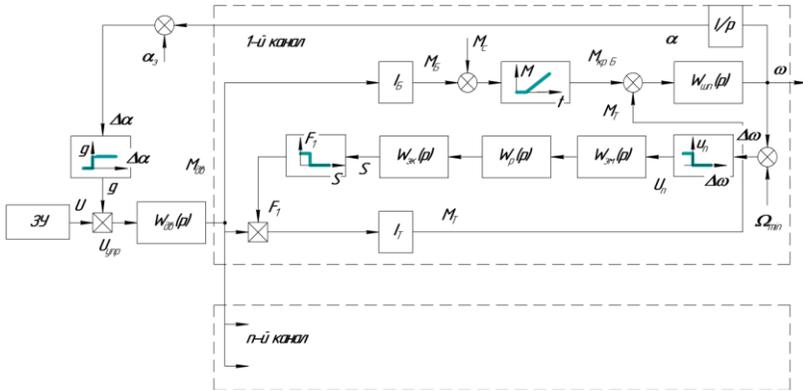


Рис. 1. Структурная схема многоканальной адаптивной электромеханической системы управления завинчиванием произвольного числа резьбовых деталей

На схеме введены обозначения: ZU – задающее устройство, U – напряжение питания двигателя, U_{ynp} – управляющее напряжение, $W_{\delta\epsilon}(p) = \frac{M_{\delta\epsilon}}{U_{ynp}}$ – передаточная функция двигателя по моменту $M_{\delta\epsilon}$,

$$g = \begin{cases} 1 & \Delta\alpha > 0 \\ 0 & \Delta\alpha \leq 0 \end{cases} \text{ – функция управления напряжением питания двигателя,}$$

J_B, J_T – передаточные отношения быстроходной и тихоходной кинематических цепей;

$$F_1 = \begin{cases} 1 & S < S_0 \\ 0 & S \geq S_0 \end{cases} \text{ – функции включения тихоходной кинематической цепи;}$$

S – перемещение подвижного зубчатого колеса; S_0 – значение перемещения S , при котором происходит переключение кинематических цепей; M_B, M_T – моменты в быстроходной и тихо-

ходной кинематических цепях, M_c – момент сопротивления движению в быстроходной кинематической цепи; $W_{зк}(p) = \frac{F_p}{S}$ – передаточная функция подвижного зубчатого колеса; F_p – усилие на рычаге; $W_p(p) = \frac{F_p}{F_{эм}}$ – передаточная функция рычага; $F_{эм}$ – усилие

электромагнита, $W_{эм}(p) = \frac{F_{эм}}{U_n}$ – передаточная функция электромагнита; U_n – напряжение питания электромагнита;

$$U_n = \begin{cases} U_n & \Delta\omega \leq 0; \\ 0 & \Delta\omega > 0; \end{cases}$$

$M_{крБ}$ – крутящий момент быстроходной кинематической цепи; $M_{крБ} = f(\Delta M)$;

$$f(\Delta M) = \begin{cases} 0 & \Delta M > \Delta M_{нр}; \\ \Delta M & \Delta M \leq \Delta M_{нр}; \end{cases} \quad \Delta M = M_B - M_c;$$

$W_{шп}(p) = \frac{\omega}{M}$ – передаточная функция шпинделя;

$M = M_{крБ} + M_T$; ω – угловая скорость вращения шпинделя; $\Delta\omega = \omega - \Omega_{\min}$; Ω_{\min} – минимальная скорость вращения двигателя, при которой происходит включение электромагнита; α – угол поворота шпинделя; α_3 – заданный угол поворота шпинделя.



- датчики переключения;



- устройство преобразования сигнала (интегратор);



- устройство сложения сигналов.

В системе управления предусмотрено переключение кинематических ветвей – быстроходной с малым крутящим моментом и тихоходной с большим крутящим моментом и отключение двига-

теля при достижении угла заворачивания требуемого значения. Эти функции обеспечиваются наличием в системе двух обратных связей: по скорости вращения детали и по углу поворота детали. Задающее устройство формирует питающее напряжение U для двигателя. Это напряжение преобразуется в управляющее напряжение

$$U_{упр} \text{ путем умножения на функцию управления } g = \begin{cases} 1 & \Delta\alpha > 0 \\ 0 & \Delta\alpha \leq 0 \end{cases},$$

зависящую от угла поворота детали. При значении $g = 0$ происходит отключение двигателя. Двигатель при подаче управляющего напряжения формирует момент $M_{\partial\partial}$, обеспечивающий вращение быстроходной кинематической цепи. На выходе быстроходной кинематической цепи формируется момент $M_B = i_B M_{\partial\partial}$. Разность моментов $M_B - M_c$ воспринимается элементом управления предельного момента, статическая характеристика которого обеспечивает выключение вращения при нарастании момента сопротивления, т.е. когда разность моментов достигает предельно допустимого минимального значения. При возрастании момента сопротивления угловая скорость резьбовой детали уменьшается, что приводит при некотором ее минимальном значении (практически при нулевом значении) к срабатыванию датчика, обеспечивающего включение элемента управления в канале обратной связи по скорости. В соответствии с функцией включения формируется момент тихоходной кинематической цепи, передающийся на шпиндель. Момент быстроходной кинематической цепи при этом обнуляется в соответствии с характеристикой элемента управления предельного момента. Шпиндель вращается с малой угловой скоростью, но величина крутящего момента превышает возросший момент сопротивления. Угол поворота детали ограничен величиной α_z и при ее достижении в соответствии с функцией управления напряжением питания двигателя происходит отключение двигателя.

Перейдём к кинематической схеме.

Функции элементов управления предельными моментами могут выполнять муфты предельного момента кулачкового типа.

Функции элемента переключением с быстроходной ветви вращения на тихоходную, может выполнить электромагнит с рыча-

гом для ввода подвижной шестерни в зацепления с колёсами, кинематически связанными со шпинделями гайковёрта.

Кинематическая схема гайковёрта, разработанная на базе структурной схемы управления (рис. 1.), представлена на рис. 2.

Гайковёрт имеет две ветви вращения. По первой ветви – быстроходной, но маломоментной вращение от электродвигателя 1 через зубчатые пары 2, 3; 4, 5 и 7, 8 передаётся на центральную шестерню 9, которая взаимодействует с колёсами 10, 11, 12. На валах колёс 10, 11, 12 расположены муфты предельного момента 13, 14, 15, подпружиненные, но не находящиеся в зацеплении колёса 16, 17, 18 и шестерни 21, взаимодействующие с колёсами 22. На валу колёс 22 жёстко закреплены шестерни 23, находящиеся в зацеплении с колёсами 24, валы которых являются шпинделями гайковёрта и на которых расположены патроны для удержания резьбовых деталей 25, 26, 27.

По второй ветви – тихоходной, но большого крутящего момента вращение от электродвигателя 1, через зубчатые передачи 2, 3; 4, 6 и 28, 29 передаётся на промежуточный вал, на котором жёстко закреплена шестерня 30, взаимодействующая с колесом 31. На валу колеса 31 расположена шестерня 32, имеющая возможность перемещаться вдоль вала, и при срабатывании электромагнита 34 рычаг 33 перемещает её и она входит в зацепления с подпружиненными колёсами 16, 17, 18. От колёс через зубчатые пары 21, 22 и 23, 24 вращение передаётся шпинделям и патронам 25, 26, 27.

Гайковёрт работает следующим образом.

На этапе завинчивания и предварительной затяжки моментом, составляющим от номинала одну десятую, вращение от электродвигателя 1 передаётся по первой – быстроходной, но маломоментной ветви. При достижении требуемой величины предварительной затяжки срабатывают муфты 13, 14, 15 предельного момента и за счёт проскальзывания полумуфт вращение на шпиндели и патроны передаваться не будет. Включается электромагнит 34 и рычагом 33 шестерня 32 вводится в зацепления с колёсами 16, 17, 18 и вращение на шпиндели будет передаваться по тихоходной, но высокомоментной ветви вращения. При достижении требуемого угла синхронного поворота резьбовых деталей вращение электродвигателя отключается.

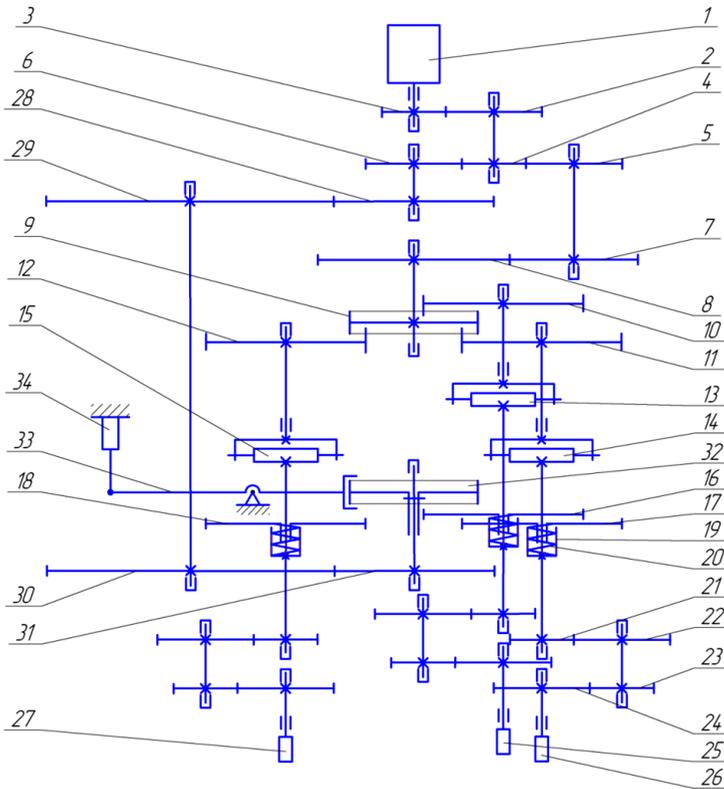


Рис. 2. Кинематическая схема многошпиндельного гайковёрта на основе муфт предельного момента и механизма переключения вращений для произвольного числа шпинделей

Список литературы

1. Житников, Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для машиностроительных вузов [Текст] / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников, А.Г. Схиртладзе, А.Л. Симаков, Д.С. Воркуев; - под общ. ред. проф. Ю.З. Житникова. - Старый Оскол, ТНТ, 2018.- 656 с.
2. Житников, Б.Ю. Методология разработки универсальных, высокоточных, многошпиндельных заворачивающих устройств нового класса: монография /Б.Ю. Житников.- Ковров: КГТА, 2002. – 216с.

УДК 612.757

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТВОЛЬНОГО ОРУЖИЯ

*Мурзина О.В., канд. техн. наук, доцент,
Борисов А.П., Зеленцова П.С., студенты*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Подтверждены экспериментально теоретические выражения для определения параметров упрочняющего слоя поверхности деталей при дробеструйной обработке.

Ключевые слова: ударное взаимодействие, глубина упрочняющего слоя, дробеструйная обработка, поверхность детали.

В настоящее время большую актуальность приобретают аспекты изготовления надежного оружия, при производстве которого необходимо использование высокопрочных деталей, узлов, конструкций, подвергающихся постоянным нагрузкам и износу. Даже небольшие дефекты и механические повреждения поверхности металлического изделия могут стать причиной возникновения усталостных трещин и преждевременного разрушения.

Одним из распространенных способов упрочнения поверхности стальных изделий является холодная пластическая деформация, возникающая при дробеструйном методе обработки поверхности металлических изделий. Этим методом можно упрочнить комплектующие практически любых форм и размеров. Кроме того, метод позволяет с высокой эффективностью сгладить различные неровности, убрать заусенцы и полосы после лезвийной обработки, повысить стойкость к усталостному растрескиванию и коррозии. Следствием этого является увеличение срока эксплуатации изделий до 9 раз.

Сущность метода заключается в воздействии на металлическую поверхность струей дроби, подаваемой под большим давлением с помощью дробеструйных установок открытого или закрытого

типа. Результатом является пластическая деформация поверхности детали на необходимую глубину за счет изменения структуры зерна металла, создается остаточное напряжение сжатия в поверхностном слое. Таким образом, возникает уравнивание напряжения на растяжение, которое испытывает деталь при эксплуатации.

Поскольку дробь представляет собой стальные шарики малого диаметра, рассмотрим ударное взаимодействие между шаром и плоской поверхностью детали.

Известно теоретическое выражение для определения скорости ударного взаимодействия шара и плоскости с учётом параметров шара, физико-механических свойств материалов плоскости и шара и глубины упрочняющего слоя плоской поверхности [1]:

$$V_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left[\frac{6,96 [\sigma_{cm}]^5 \cdot \pi^5 \cdot r^5 (E_1 + E_2)^4}{E_1^4 E_2^4} + 2\pi r \frac{9 \cdot 15^5}{(130 - HB)} \cdot h_{nl}^2 \right]}, \quad (1)$$

где m – масса шара; $[\sigma_{cm}]$ – допустимое напряжение упругого смятия; r – радиус шара; $E_1 E_2$ – модули упругости материалов плоскости и шара; HB – твердость по Бринеллю.

На основе теоретического доказательства ударного взаимодействия сферы и плоскости получено математическое выражение для определения глубины упрочняющего слоя поверхности детали при заданной скорости движения ударного инструмента:

$$h_{nl} = \sqrt{\frac{V_0^2 - \frac{13,92 [\sigma_{cm}]^5 \cdot \pi^5 \cdot r^5 \cdot 4}{m \cdot E_1^2 E_2^2}}{\frac{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^5}{m \cdot (130 - HB)}}}. \quad (2)$$

Также получено выражение для определения твердости поверхностного слоя детали после её упрочнения при заданной величине глубины упрочнения:

$$HB = 130 - \frac{4\pi r \cdot 9 \cdot 10^5 \cdot h_{nl}^2}{mV_0^2 - \frac{13,92 [\sigma_{cm}]^5 \cdot \pi^5 \cdot r^5 (E_1 + E_2)^4}{E_1^4 E_2^4}}. \quad (3)$$

На основе ограниченного эксперимента были подтверждены глубина и твердость упрочняющего слоя при ударном взаимодействии сферической поверхности и плоскости.

Шар радиусом $r = 0,024$ м из стали ШХ15 закреплен на конце металлического стержня длиной 0,85 м, другой конец которого размещен на горизонтальной оси вращения. Из верхнего вертикального положения шар со стержнем начинают вращательное движение, шар ударяет о поверхность пластины, изготовленной из стали 20. Для определения скорости ударного взаимодействия воспользуемся основным уравнением динамики вращательного движения [2]:

$$J_z \cdot \varepsilon = M \quad (4)$$

где J_z – момент инерции шара со стержнем относительно оси вращения; ε – угловое ускорение; M – момент силы. После решения уравнения получено значение углового ускорения $\varepsilon = 1,18 \text{ рад/с}^2$. В случае равноускоренного движения угловое ускорение не меняется с течением времени и при неподвижности оси вращения характеризует изменение угловой скорости по модулю. Т.к. угловая скорость в начальный момент времени была равна 0, то угловая скорость в момент удара $\omega = 1,18 \text{ рад/с}$. Отсюда находим линейную скорость в момент удара, она составила 1 м/с.

В результате удара произошло смятие, глубину которого можно определить, используя выражение (2) с применением известных величин допустимого напряжения упругого смятия материала детали, модулей упругости материалов. Также теоретически можно рассчитать твердость поверхности детали после деформации, используя выражение (3).

После расчетов получены следующие значения: глубина упрочняющего слоя детали $h_{\text{пл}} = 1,52$ мм; твердость поверхностного слоя HB 298 или HRC 32.

С помощью глубиномера индикаторного ГИ-100 была измерена глубина деформации поверхностного слоя детали, она составила $h_{\text{пл}} = 1,87$ мм. На твердомере ТШ-2М выполнено измерение твердости упрочненного поверхностного слоя детали, получено значение HB 255 или HRC 26.

При сравнении расчетных и экспериментальных значений установлено, что погрешность составляет 17 – 19%.

Таким образом, подтверждены экспериментально теоретические выражения для определения глубины и твердости упрочняющего слоя поверхности детали при заданной скорости дробы в процессе дробеструйной обработки поверхностей металлических изделий.

Список литературы

1. Житников, Ю.З. Динамика движения элементов механизмов при упругом и упругопластическом ударах о неподвижные и подвижные тела: монография / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников. – Ковров: ФГБОУ ВПО «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2014. – 80 с.
2. Бутенин, Н.В. Курс теоретической механики [Текст]/ Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. В 2 т.- М: Наука, 1979. – 464 с.

УДК 658.512

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОМАШИННА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

*Соколик Н.Л., канд. техн. наук, доцент,
Архипов Д.С., магистрант*

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация: В статье рассматривается методика автоматизированного подбора режущего инструмента при обработке деталей на станках с числовым программным управлением, что влияет на ряд экономических показателей

Ключевые слова: режущий инструмент, автоматизированный, база данных.

Производители режущего инструмента постоянно совершенствуют свою продукцию и поэтому, инструменты не отражают полную гамму режущего инструмента в каталогах. При выборе подходящего для обработки режущего инструмента необходимо

использовать его параметры по конкретным свойствам: стойкость режущей кромки, отсутствие вибраций, качество стружкообразования и отвода тепла из зоны резания. Выбор рационального инструмента проходит в два этапа: на первом этапе выбирается инструмент, подходящий для обработки, на втором выбирается подходящий по свойствам инструмент [1]. Подбор инструмента состоит из выбора параметров пластины, таких как форма и материал, исполнения державки, выбора системы крепления и формы стружколома. Большинство инструментов соответствует международным стандартам ISO 1832:2017 «Пластины многогранные сменные для режущих инструментов» и ISO 5610:2014 «Державки с прямоугольным хвостовиком для режущих пластинок» и выпускается большинством производителей режущего инструмента.

В соответствии со стандартом, обозначение режущей пластины включает 11 основных составляющих: форма пластин, задний угол пластины, допуски на пластины, типы пластин, длина режущей кромки, толщина пластины, радиус закругления, тип режущей кромки, направление резания, ширина фаски, угол фаски пластины.

Обозначение державок состоит из 9 компонентов: тип крепления пластины, форма применяемых пластин, тип державки, задний угол пластины, направление резания, высота державки, ее ширина, длина, а также размер пластины.

Большое внимание уделяется инструменту, который обеспечивает требуемые технические характеристики детали, жесткие допуски размеров и форм поверхности и требуемую шероховатость. Также требует большего внимания инструмент, который приведет к небольшому количеству стружки, так как простой со стружкой приводят к простоям оборудования [2].

Важной составляющей автоматизированной системы является постоянное дополнение базы данных. База данных - это программное обеспечение, позволяющее выбирать информацию из таблицы по заданным параметрам. Базой данных является набор взаимосвязанных таблиц, разделенных на группы для описания различных основных свойств: видов сменных пластин, державок, соответствие державок и пластин, станков, а также переходных систем крепления державок в станках. БД передает автоматизиро-

ванной программе данные об инструментах разных производителей. С этой целью информация об инструментах должна быть представлена единообразно для всех производителей. Для корректировки БД, путем добавления данных о новом инструменте, необходим редактор базы данных. При создании БД возможно продуктивно использовать программу Microsoft Office Access.

Создание программного обеспечения, направленного на автоматизированный выбор режущего инструмента, представляет собой ценность при технологической подготовке производства деталей. Рассмотрим алгоритм системы (рис.1).

1. Ввод первичной информации. Данные вводятся из файл – чертежа или 3D-модели, содержащих всю необходимую информацию о геометрической форме детали и технологических требований к ней - размерах и допусках, материале, твердости и шероховатости поверхностей. Ввод предназначен для получения необходимой информации для подбора инструмента.

2. Подбор инструмента. Состоит из определения системы крепления, формы пластины, исполнения державки (исходя из определения главного и вспомогательного угла в плане и геометрических данных детали), материала пластины, а также формы стружколома;

3. Выбор оптимального инструмента. Выбор инструмента из множества подходящего производится по 4 критериям: отвода тепла, требуемой для обработки мощности, прочности режущей кромки и уровня вибраций;

4. Выбор станка. Необходимо указать станок, на котором будет производиться обработка;

5. Выбор инструментальных систем. Из БД к указанному станку подбираются оправки и системы крепления державок;

6. Вывод. Результатом работы будет являться отчет, содержащий необходимую информацию об оптимальном инструменте и рекомендуемых режимах резания

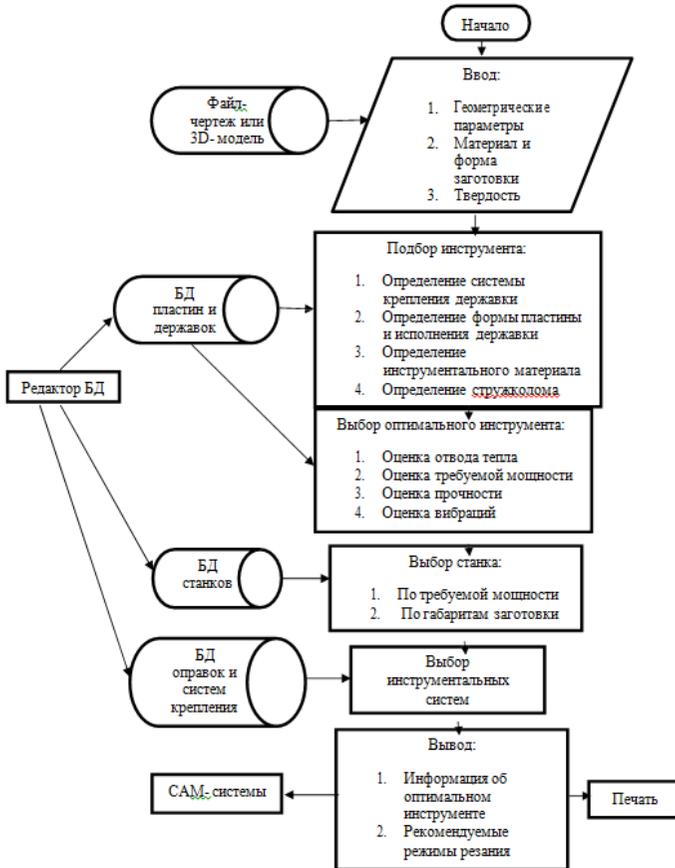


Рис. 1. Алгоритм системы выбора режущего инструмента

Программа автоматизированного выбора режущего инструмента должна являться открытым программным обеспечением. Под открытостью понимается как переносимость программного обеспечения между различными программно-аппаратными платформами, так и приспособленность системы к ее модификации, интеграции с другими системами, с целью расширения ее функциональных возможностей и придания программе новых качеств.

Таким образом, процесс автоматизированного подбора режущего инструмента позволяет снизить срок разработки управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением (далее по тексту ЧПУ) за счет снижения времени, затрачиваемого технологом-программистом на выбор режущего инструмента и расчет режимов резания. Значительно повышается качество принимаемых решений за счет выбора наиболее подходящего инструмента и правильного подбора режимов резания. Все это приводит к повышению стойкости режущих пластин и значительно сокращает время обработки на станках с ЧПУ. Существенно снижает временные и материальные затраты на технологическое проектирование, подготовку производства и внедрение управляющих программ

Правильный выбор инструмента также влияет на ряд экономических показателей:

- повышает качество обработанных поверхностей;
- улучшает резание в условиях сверхскоростной обработки;
- увеличивает стойкость режущего инструмента, что приводит к уменьшению количества инструмента и снижению простоев оборудования;
- сокращает время замены инструмента или пластин;
- увеличивает режимы резания, повышая производительность и снижая себестоимость обработки;
- позволяет обрабатывать детали без использования СОЖ, что может снизить стоимость производства;
- позволяет обрабатывать детали в закаленном состоянии, упорядочивая тем самым процесс обработки и т.д. [3].

Список литературы

1. Кожевников Д.В., Гречишников В.А. Режущий инструмент. – М.: Машиностроение, 2005. - 736 с.
2. Шкуркин В.В. Режущие инструменты. – Псков: ПГПИ, 2006. - 74 с.
3. Андреев В.Н. Совершенствование режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 2013. - 240 с.

УДК 658.512

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

*Соколик Н.Л., канд. техн. наук, доцент,
Монахов Е.А., магистрант*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье проводится анализ особенностей процесса обработки деталей на станках с числовым программным управлением, его эффективность

Ключевые слова: технологический процесс, оптимизация, режущий инструмент

Использование станков с ЧПУ и управлением от ЭВМ обеспечивает повышение производительности труда и решение проблем экономического, организационного и социального характера.

Эффективное применение оборудования с ЧПУ, организация комплексно автоматизированных участков и производств, управляемых ЭВМ, внедрение автоматической загрузки и разгрузки оборудования существенно изменяют производственные функции человека. В обычном неавтоматизированном производстве человек является звеном производственной цепи, притом наиболее чувствительным, требующим периодического прекращения работы для отдыха [1].

Технологический процесс (ТП) обработки на станке с ЧПУ, в отличие от традиционного технологического процесса, требует большей детализации при решении технологических задач и учета специфики представления информации.

Структурно технологический процесс также делится на операции, элементами которых являются установки, позиции, технологический и вспомогательный переходы, рабочие и вспомогательные ходы.

Детализация технологического процесса для оборудования с ЧПУ приводит к разделению ходов на шаги, каждый из шагов представляет собой перемещение на участке траектории инструмента.

Общие требования к оптимизации процессов обработки деталей на станках с ЧПУ или намеченных к отработке на этих станках:

- унификация внутренних и наружных радиусов;
- унификация элементов форм деталей и их размеров;
- создание такой конфигурации детали, которая обеспечивает свободный доступ инструмента для обработки поверхностей;
- обеспечение возможности надежного и удобного базирования детали при обработке.

Все эти требования, прежде всего, направлены на сокращение типовых размеров применяемого режущего инструмента, замену специального инструмента стандартным, уменьшение числа переустановок детали, снижение количества и стоимости требуемой оснастки, повышение точности базирования, а также точности и производительности обработки, уменьшение степени коробления детали при обработке и объема последующей слесарной (станочной) ручной доработки.

Выявленные при анализе чертежа условия повышения технологичности разрабатывают и оформляют в виде запроса в отдел технического контроля (рисунок 1).

На детали выделяют так называемые зоны обработки, представляющие собой часть припуска на том или ином элементе или какой-то части детали. Припуск может быть удален различным инструментом за несколько переходов или даже операций. Введение зон обработки позволяет использовать типовые схемы переходов, определяющие правил построения траектории инструмента. А последнее в значительной мере облегчает подготовку УП для станков с ЧПУ [2].

Последовательность обработки детали по зонам, обычно связанным с конструктивными особенностями детали, намечают отдельно для каждого установа детали.



Рис. 1. Функциональная схема алгоритма для выбора номенклатуры деталей при обработке их на станке с числовым программным управлением

При реализации метода автоматизированной подготовки ТП возникают сложные задачи выбора оптимального решения из допустимого множества решений. Поэтому в условиях автоматизированного производства решение технологических задач может быть и несколько иным [3].

Но все же в практике работ на станках с ЧПУ этот метод удобен, поскольку он позволяет упростить составление УП. Указанные требования, как правило, могут быть выполнены путем изменения геометрической формы или отдельных элементов детали, изменения некоторых размеров, смещения отдельных элементов и т.п.

Список литературы

1. Грубый, С.В. Оптимизация процесса механической обработки и управление режимными параметрами / С.В. Грубый. – М.: Машиностроение, 2014. – 422 с.
2. Жолобов, А.А. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: учеб. пособие / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, В.А. Шкаберин. – М.: ФЛИНТА, 2014. – 355 с.
3. Кузнецов, М.М. Автоматизация производственных процессов: учебник / М.М. Кузнецов, Л.И. Волчкевич, Ю.П. Замчалов. – М.: Высшая школа; Издание 2-е, перераб. и доп., 2014. – 431 с.

УДК 658.512

ИЗМЕНЕНИЕ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

*Соколик Н.Л., канд. техн. наук, доцент,
Матанов И.А., магистрант*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация: В статье рассматривается изменение дислокационной структуры металлов под действием магнитного поля, приводятся результаты исследования взаимосвязи механических и магнитных моментов микрочастиц

Ключевые слова: магнитно-импульсная обработка, дислокационная структура

Метод магнитно-импульсной обработки металлов получил распространение в машиностроении вследствие высокой эффективности, а также простоты и экономичности применяемых установок. При проведении обработки деталь помещается в сильное импульсное магнитное поле, создаваемое магнитопроводом.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что перемагничивание полем высокой напряженности способствует увеличению твердости, повышению прочности и долговечности обрабатываемых заготовок.

Зависимость механических свойств от режимов магнитно-импульсной обработки объясняется изменением структуры металлов. Так как дефекты кристаллической структуры оказывают значительное влияние на свойства металлов, необходимо рассмотреть поведение дислокаций под действием магнитного поля. Кристаллические дефекты вызывают упругие искажения структуры, вследствие чего появляются внутренние упругие напряжения (рис. 1).

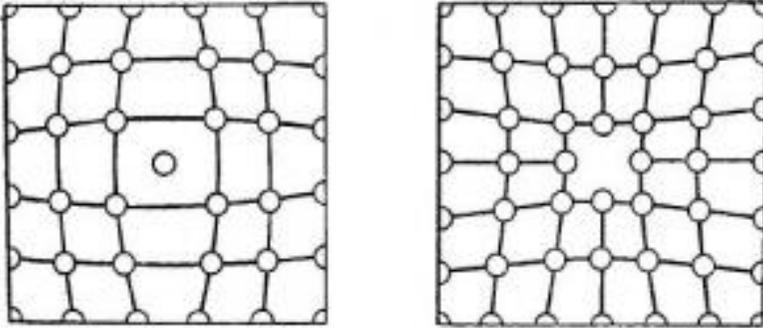


Рис. 1. Искажение кристаллической решетки

Такие свойства, как прочность и пластичность металлов, в значительной степени зависят от количества и типа дефектов, поэтому в бездислокационных кристаллах прочность в 10 – 100 раз выше, чем в обычных. Причинами имеющихся нарушений идеальной структуры кристаллов является изменение равновесных условий роста и захвата примесей при кристаллизации и влияние различного вида внешних воздействий [1].

Дефекты кристаллической решетки, образующиеся при кристаллизации, после магнитно-импульсного воздействия определенным образом видоизменяются.

Намагничивание ферромагнетиков обусловлено процессами смещения границ между доменами и поворота магнитных моментов доменов по полю.

Эти процессы изменяют энергетическое состояние кристаллической решетки и равновесные расстояния между ее узлами. Атомы смещаются, происходит деформация решетки. При намагничивании проявляется магнитоупругий эффект – изменение формы и размеров. В теории магнетизма это объясняется электрическим обменным и магнитным взаимодействием.

Магнитоупругость относится к четным магнитным эффектам, так как она не зависит от знака магнитного поля. Согласно правилам четных эффектов, сформулированным Акуловым, изменение формы и размеров ферромагнетика при намагничивании происходит главным образом в зависимости от изменения результирующей намагниченности (рис. 2).

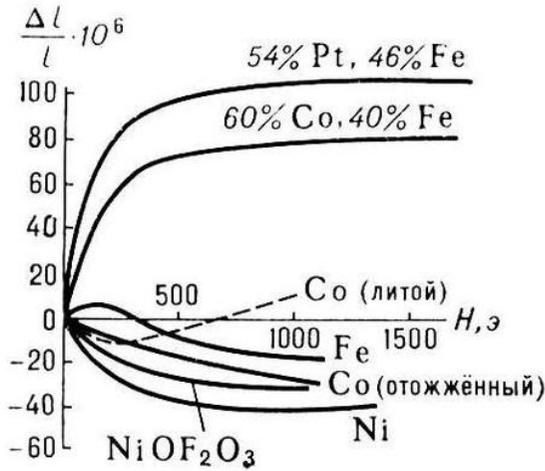


Рис. 2. Зависимость магнитострикции ряда металлов от напряженности магнитного поля

Исследование взаимосвязи механических и магнитных моментов микрочастиц (носителей магнетизма) привело к обнаружению группы магнитомеханических (гиромагнитных) явлений. Увеличение суммарного момента количества движения микрочастиц, образующих физическое тело, приводит к возникновению у образца дополнительного магнитного момента, а при намагничивании образец приобретает дополнительный механический момент (эффект Эйнштейна – де Хаза). В свою очередь, увеличение суммарного момента количества движения микрочастиц способствует изменению дислокационной структуры металла.

Анализ изменения дислокационной структуры является наиболее полным с учетом движения групп дислокаций. Дислокационные скопления очень важны в процессах зарождения и распространения деформаций. Кроме того, в поликристаллах скопления могут блокироваться препятствиями, такими, как дислокационные барьеры. При этом будет образовываться скопление до тех пор, пока сила, действующая на головную дислокацию, не протолкнет ее через барьер или пока не вызовет поперечного скольжения головных дислокаций в случае винтовых скоплений.

Энергия действия магнитного поля на дислокационные скопления может значительным образом повлиять на возможность преодоления дислокационных барьеров. Из теоретических исследований следует, что дислокации начинают двигаться при напряжениях, лежащих заметно ниже предела текучести. Предполагается, что энергия дислокации является постоянной, а скорость может изменяться.

При проведении расчетов авторами была использована модель, при которой постоянной будет скорость дислокации, а переменной - общая энергия. Если к каждой из соударяющихся частиц приложена сила, равная по величине и противоположная по направлению силе их взаимодействия, то их скорость остается неизменной, а общая энергия изменится [2].

В результате теоретических исследований авторами получены зависимости, определяющие значения энергии для краевых и винтовых дислокаций. Эти зависимости применяются для определения эффективности влияния энергии магнитного поля на изменение свойств металлов при перемагничивании.

Список литературы

1. Иванов Е.Г. Изгибное деформирование трубчатых заготовок импульсным магнитным полем. Импульсное нагружение конструкций. - Чебоксары, 1974. - Вып. 5. - 70-86 с.
2. Иванов Е.Г. Основы теории и расчета процессов формообразования деталей и узлов из трубчатых заготовок магнитно-импульсным методом. - Москва, 1984. - 390-477 с.

Секция 2. РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИВОДОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

УДК 62-543+621.6+533.27

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Алиев А.Р., канд. техн. наук

КБ «Арматура» – филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

Аннотация. В статье представлена классификация способов приготовления газовых смесей. Предложена автоматизированная система приготовления газовых смесей заданного состава при проведении испытаний изделий на герметичность, обладающая гибкой структурой управления, что способствует повышению эффективности испытаний.

Ключевые слова: классификация способов приготовления газовых смесей, автоматизация приготовления газовых смесей, испытания на герметичность.

Обязательным этапом создания устройств, агрегатов и систем пневмоавтоматики любого назначения, является этап испытаний. Он включает различные виды испытаний, подтверждающие требуемые характеристики создаваемого изделия. В ряде отраслей, например в авиационной, ракетно-космической, судостроительной, особое внимание уделяется высокой степени герметичности изделий. Требования по герметичности рассматриваются наравне с основными требованиями назначения изделий [1-7], а контроль герметичности изделий – одни из наиболее ответственных этапов испытаний [7-12]. Наиболее распространенной технологией контроля герметичности изделий является технология с использованием методики пневмовакуумных испытаний [3-6, 13-18]. В процессе таких испытаний исследуемый объект помещается в вакуумную камеру. Испытуемая полость изделия наполняют смесью газов, например

воздух-гелий, азот-гелий. По величине утечки газа из полости в объеме вакуумной камеры определяется степень герметичности изделия.

Получение газовых смесей с заданной точностью концентрацией компонентов – достаточно сложная задача, основными направлениями её решения являются: совершенствование элементной базы систем приготовления контрольных смесей; введение автоматизации операций, выполняемых системами приготовления контрольных смесей. Совершенствование элементной базы систем приготовления контрольных смесей позволит расширить их возможности, повысить надежность, повысить точность концентраций приготавливаемых газовых смесей, служащих рабочими средами изделий. Автоматизация приготовления контрольных смесей, прежде всего, касается автоматизации подачи требуемых объемов компонентов газовой смеси по алгоритмам управления, диктуемым выполняемой операцией [19].

Анализ существующих технологий приготовления газовых смесей позволяет выделить следующие основные признаки классификации: технология смешивания компонентов; агрегатное состояние смешиваемых компонентов; принцип контроля дозирования компонентов смеси; принцип контроля концентрации компонентов; тип управления процессом приготовления смеси. Классификация способов приготовления газовых смесей, сформированная на основе вышеизложенных критериев, представлена на рис. 1. Подробное раскрытие положений классификации представлено в источнике [19]. Следует отметить, что в процессе приготовления газовых смесей зачастую используют комбинацию нескольких способов, для повышения степени гомогенности смеси. Анализ способов получения смесей, приведенных в данной классификации, их достоинства и недостатки, позволяет предложить ряд технических решений, реализующих технологию смешивания компонентов.

На рис. 2 представлен вариант принципиальной пневматической схемы системы приготовления газовых смесей, состоящей из: электропневмоклапанов и вентилях, предназначенных для открытия и перекрытия линий; манометров; фильтров, предназначенных для очистки газа; предохранительных клапанов, предохраняющих от превышения давления в подводящих к смесителю линиях выше допустимого уровня; клапанов обратных. Перед началом процесса приготовления смеси устанавливают нерегулируемые дроссели

(дроссельные шайбы) Др1, Др2, обеспечивающие требуемый расход каждого из компонентов смеси, открываются вентили ВН1, ВН2, обеспечивающие поступление газов по подводящим к емкости для приготовления смеси (емкости) линиям. В исходном состоянии электропневмоклапаны ЭК1, ЭК2 закрыты.



Рис. 1. Классификация способов приготовления газовых смесей

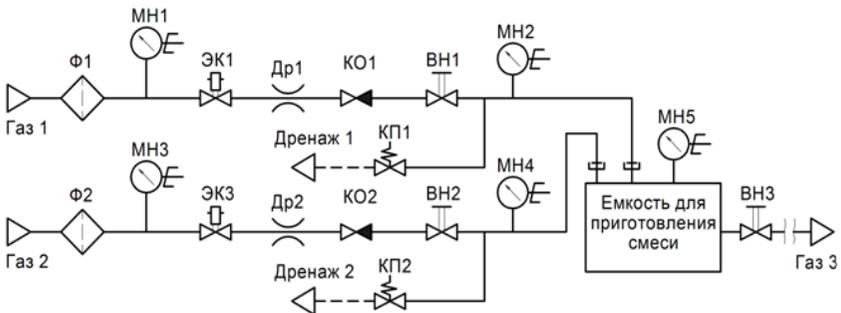


Рис. 2. Существующее техническое решение приготовления газовых смесей: Ф1, Ф2 – фильтры; МН1-МН5 – манометры; ЭК1, ЭК2 – электропневмоклапаны; Др1, Др2 – нерегулируемые дроссели; ВН1-ВН3 – вентили; КО1, КО2 – клапаны обратные; КП1, КП2 – клапаны предохранительные

Принцип получения газовых смесей с требуемой концентрацией состоит в поэтапной подачи газов-компонентов в емкость. От источника постоянного давления газ 1 подается в линию, проходит через фильтр Ф1, обеспечивая тем самым требуемую чистоту. На катушку электропневмоклапана ЭК1 подается напряжение, клапан открывается, пропуская поток газа в емкость в течение предварительно рассчитанного периода времени. По истечению требуемого промежутка времени с катушки ЭК1 снимается напряжение и клапан перекрывается. Для предотвращения обратного потока, при превышении давления полученной смеси по отношению к давлению подаваемого компонента, в линию встроен клапан обратный КО1. В линии, подающей компонент (газ 1), предусмотрен предохранительный клапан КП1 предназначение которого заключается в предохранении от превышения давления выше допустимого. Аналогичным образом подается требуемое количество второго компонента приготавливаемой смеси (газа 2). После поступления требуемых компонентов в емкость следует длительная выдержка, способствующая диффузированию компонентов, а в следствии и образованию газовой смеси, близкой к однородной. Время выдержки пропорционально степени гомогенности смеси, объему смеси, температуре её компонентов и температуре окружающей среды.

Недостаток данного схемного решения состоит в том, что, во-первых, он обладает невысокой точностью состава приготавливаемой смеси, во-вторых, неадаптивностью системы при изменении состава смеси, в-третьих, длительность приготовления смеси, в-четвертых, длительностью времени переналадки схемы, влекущей ее разбор и замену дроссельной шайбы, что мало желательно, по причине возможности попадания посторонних включений (например, механических частиц) в линию, в-пятых, отсутствие очистки газов перед поступлением в емкость по приготовлению смеси.

Устранение вышеприведенных недостатков может быть достигнуто при помощи использования системы приготовления газовых смесей (СПГС), построенной на основе принципиальной схемы, представленной на рис. 3.

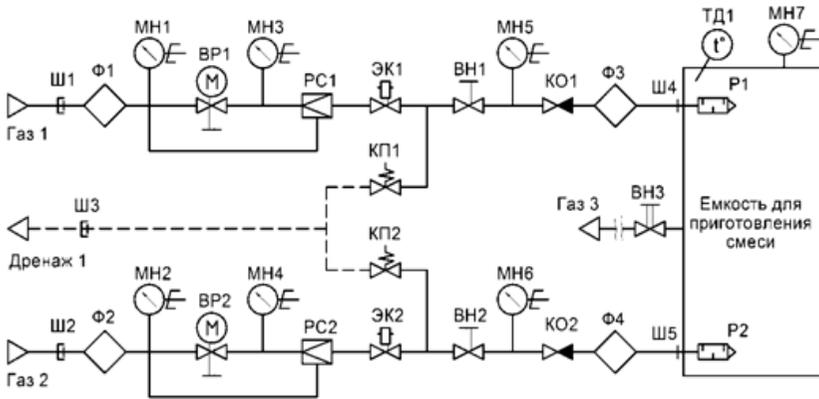


Рис. 3. Принципиальная схема предлагаемой СПГС:
 Ф1-Ф4 – фильтры; МН1-МН7 – цифровые манометры;
 ЭК1, ЭК2 – электропневмоклапаны; ВР1, ВР2 – вентили регулирующие;
 РС1, РС2 – регуляторы-стабилизаторы; ВН1, ВН2 – вентили;
 КО1, КО2 – клапаны обратные, КП1, КП2 – клапаны предохранительные;
 Р1, Р2 – рассекатели потока

СПГС может функционировать в автоматизированном и ручном режиме. Автоматизированный режим обеспечивает адаптивность системы, сокращает длительность приготовления, на фоне повышения точности состава смеси. Принцип работы СПГС основан на одновременной автоматизированной подачи компонентов приготавливаемой газовой смеси с заданными расходами, обеспечивающими требуемый состав смеси. Перед началом процесса приготовления смеси в автоматизированном режиме в автоматизированную систему контроля и управления (АСКУ) вводятся исходные данные: род газов-компонентов; концентрации компонентов смеси; объем приготавливаемой смеси; требуемый уровень давления смеси и т.д. Проводится проверка нахождения элементов пневмоарматуры в исходном положении, с возможностью диалога между оператором и ЭВМ. По заданным исходным данным АСКУ производит расчет, по результатам которого блок формирования управляющего сигнала, являющийся составной частью АСКУ, вырабатывает управляющие сигналы, передаваемые на приводы вентиляей

регулирующих ВР1 и ВР2, устанавливая требуемое значение координат их запорных органов. Открываются вентили ВН1 и ВН2. После завершения предварительных технологических операций от источников постоянного давления осуществляется подача компонентов смеси в соответствующие линии, в которых газы предварительно фильтруются по средством прохождения через фильтры Ф1 и Ф2. Точность расхода потоков газа требуемых параметров для каждой из линий обеспечивают пары: вентиль регулирующий и регулятор-стабилизатор. Подробное описание функционирования ВР и РС по поддержанию требуемого расхода представлены в источниках [20, 21].

АСКУ подает сигнал на открытие электропневмоклапанов ЭК1 и ЭК2 обеспечивая требуемый расход компонентов (газа 1 и газа 2) в емкость приготовления газовой смеси. Перед поступлением в емкость для приготовления смеси газы повторно проходят очистку через фильтры Ф3 и Ф4. Для предотвращения обратного потока смеси из емкости, при превышении давления полученной смеси по отношению к давлению подаваемых компонентов, в линиях встроены клапаны обратные КО1, КО2. В случае внештатной ситуации, например при превышении допустимого давления в линиях, имеется возможность «сброса» через предохранительные клапаны КП1 и КП2, с последующим перекрытием магистралей электропневмоклапанами ЭК1 и ЭК2. На протяжении всего процесса приготовления смеси осуществляется постоянный мониторинг уровня давления в СПГС: «до» и «после» вентиля регулирующего, после регулятора-стабилизатора, в емкости. В случае отклонения уровня давления происходит пересчет координат затворов ВР1 и/или ВР2, с их последующей корректировкой, до достижения требуемого расхода.

Подача газа в емкость осуществляется через рассекатели Р1 и Р2, направленных под углом друг относительно друга, представляющие собой трубки с множеством мелких отверстий. Наличие рассекателей, разбивающего поток газа на множество мелких струй, обеспечивает более качественное перемешивание газов, препятствующее расслоению газовой смеси из-за разности плотностей компонентов. Следствием применения рассекателей так же

служит ускорение диффундирования и сокращается время до получения однородной газовой смеси требуемой концентрации. На верхней части емкости установлен датчик температуры (термопреобразователь сопротивления), который по кабелю выдает в АСКУ сигнал о температуре газа в емкости. Чувствительный элемент датчика в защитной гильзе помещен в глубине емкости, достаточно далеко от стенок. Защитная гильза предохраняет чувствительный элемент датчика от воздействия высокого давления и позволяет снимать датчик для поверки, не выпуская при этом газ из емкости. Температура и давление газа нужна АСКУ, чтобы правильно рассчитать количество газа в емкости (запас смеси), а также правильно выдержать соотношение компонентов при приготовлении смеси, пополнении запаса смеси или для изменения процентного состава смеси.

Температура газа в емкости зависит не только от температуры окружающей среды, но и постоянно меняется по мере её наполнения или опорожнения, поэтому при приготовлении смеси в автоматическом режиме АСКУ контролирует температуру газа в емкости в режиме реального времени и производит постоянный перерасчет количества газа с поправкой на температуру и давление.

СПГС имеет возможность отражения на дисплее АСКУ информация о ходе процесса приготовления смеси, конечных и текущих значениях требуемых параметров (давления, количества смеси) в числовой форме и в виде графиков, регистрирующихся в памяти АСКУ в виде архивов. После окончания процесса приготовления газовой смеси информация может быть распечатана в виде протокола установленной формы.

Техническое решение СПГС может быть реализовано в качестве статического и динамического способа приготовления гомогенной газовой смеси требуемого состава. Подача компонентов смеси в емкость осуществляется по трубопроводам, подходящим к штуцерам Ш4 и Ш5, расположенным на её верхней части, а выдача газовой смеси на потребителя смеси происходит по трубопроводам, подстыкованным к её нижней части. Такое решение, особенно в случае реализации динамического способа приготовления газовой смеси, позволяет исключить возможность накопления конденсата в емкости и коррозию внутренних её поверхностей.

Предложенная классификация позволяет обосновать применяемый способ приготовления смеси в зависимости от требуемой точности получаемой концентрации и параметров получаемой смеси. Предложенные технические решения позволяют в автоматическом режиме оперативно осуществить приготовление газовых смесей в системах испытаний составных частей и элементов ракетносителей с высокой точностью уровня концентрации.

Использование предлагаемой системы обеспечит повышение эффективности испытаний изделий на герметичность за счет увеличения точности и сокращения длительности приготовления газовых смесей.

Список литературы

1. Веселков В.В., Рыдловский В.П., Штайц В.В. Совершенствование технологии испытаний на герметичность защитных оболочек атомных судов новых проектов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, 2018. Т. 10. № 2. С. 346-355. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-346-355.

2. Чубарь А.В., Пастушенко О.В., Колчанов И.П. Перспективы улучшения характеристик испытательного стенда для контроля герметичности систем космических аппаратов связи // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии, 2014. № 7 (7). С. 811-820.

3. Кишкин А.А., Колчанов И.П., Делков А.В., Ходенков А.А. К вопросу повышения чувствительности локальных методов контроля герметичности для изделий ракетно-космической техники // Вестник СибГАУ. Авиационная и ракетно-космическая техника, 2014. №1 (53). С.127-133.

4. Беляков, И.Т. Зернов И.А., Антонов Е.Г. [и др.] Технология сборки и испытаний космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1990. 352 с.

5. Экспериментальная отработка космических летательных аппаратов; под ред. Н.В. Холодкова. М.: Изд-во МАИ, 1994. 412 с.

6. Гардымов Г.П., Парфенов Б.А., Пчелинцев А.В. Технология ракетостроения. СПб.: Специальная литература, 1997. 320 с.

7. Макаров Ю.Н., Соколов Ю.А. Инновационная деятельность ракетно-космической отрасли в части решения технологических проблем обеспечения качества, надежности и безопасности перспективных изделий ракетно-космической техники. М.: НИИ «ЭНЦИТЕХ», 2015, 416 с.

8. Барышников В.И., Розанов Л.Н., Соколов А.Н., Соловьёв В.Н. Масс-спектрометрический контроль герметичности крупных объектов методом натекания пробного вещества // Вакуумная техника и технология, 2019. № 2. С. 47-51.

9. Розинов А. Я. Сравнительный анализ технологических показателей методов контроля герметичности металлоконструкций // Технология машиностроения, 2019. № 8. С. 46-51.

10. Хамиц И.И., Филиппов И.М., Бурьлов Л.С., Медведев Н.Г., Чернецова А.А., Зарубин В.С., Фельдштейн В.А., Буслов Е.П., Ли А.А., Горбунов Ю.В. Трансформируемые крупногабаритные конструкции для перспективных пилотируемых комплексов // Космическая техника и технологии, 2016. № 2(13). С. 23-33.

11. Микрин Е.А. Научно-технические проблемы реализации проекта «Пилотируемые космические системы и комплексы» // Космическая техника и технология, 2019. № 3(26)/2019. С.5-19. DOI 10.33950/spacetech-2308-7625-2019-3-5-19.

12. Хамиц И.И., Поздняков С.С., Филиппов И.М., Бурьлов Л.С., Плетнев И.В., Медведев Н.Г., Фалин К.А., Чернецова А.А., Зарубин В.С., Горбунов Ю.В. Испытания макета трансформируемого модуля космических и планетных станций // Космическая техника и технология, 2020. № 1(28)/2020. С. 60-70. DOI 10.33950/spacetech-2308-7625-2020-1-60-70.

13. А. с. 1840701, МПК G 01 М 3/02. Способ контроля герметичности изделий. А.Д. Горгидзе, Л.В. Липняк, В.А. Ольшанский, Э.В. Щербачков. № 2249059/28, заявл. 28.12.1978; опубл. 10.12.2008, Бюл. № 34.

14. Пат. 2194260 Российская Федерация, МПК G 01 М 3/02. Способ испытаний изделий на герметичность. В.А. Зяблов, Л.Е.

Напитухин, Э.В. Щербаков. № 2001101684/28, заявл. 17.01.2001; опубл. 10.12.2002, Бюл. № 34.

15. Пат. 2712762 Российская Федерация, МПК G 01 M 3/02. Способ измерения степени суммарной герметичности многополостного изделия. В.А. Зяблов, И.А. Оксов, В.И. Тройников, Э.В. Щербаков. № 2019107982, заявл. 20.03.2019; опубл. 31.01.2020, Бюл. № 4.

16. Пат. 2716474 Российская Федерация, МПК G 01 M 3/02, G 01 M 3/26. Способ определения негерметичности изделий, работающих под внешним и внутренним избыточным давлением. В.И. Тройников, Э.В. Щербаков. №2019115900, заявл. 25.05.2019; опубл. 11.03.2020, Бюл. № 8.

17. Пат. 2654340 Российская Федерация, МПК G 01 M 3/02. Способ испытаний изделий на суммарную герметичность. В.И. Тройников, Э.В. Щербаков. № 2016146692, заявл. 28.11.2016; опубл. 17.05.2018, Бюл. № 14.

18. Моисеев В.А., Тарасов В.А., Колмыков В.А., Филимонов А.С. Технология производства жидкостных ракетных двигателей. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 380 с.

19. Алиев А.Р., Халатов Е.М. Повышение эффективности пневмоиспытаний изделий ракетно-космической техники посредством автоматизации приготовления контрольных смесей // Молодежный научно-технический вестник. М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», 2015. №9. URL: <http://ainsnt.ru/doc/801746.html> (дата обращения 30.04.2024).

20. Алиев А.Р. Формирование структуры и исследование функционирования автоматизированной системы регулирования расхода газа: Дис. ... магистр. техники и технологии. Ковров, 2013. – 117 с.

21. Алиев А.Р. К вопросу модернизации систем регулирования расхода газа [Текст] / А.Р. Алиев, Е.М. Халатов // Молодежный научно-технический вестник. М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», 2014. № 6. URL: <http://ainsnt.ru/doc/724585.html> (дата обращения 30.04.2024).

УДК 62-82

МИНИАТЮРНЫЙ ГИДРОПРИВОД С ПРЕДОПРЕДЕЛЕННЫМ ЗАКОНОМ УПРАВЛЕНИЯ

*Пузанов А.В., канд. техн. наук, доцент;
Амельченко И.Р., магистрант*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Развитие технологических возможностей производства гидроаппаратуры обеспечивает возможность создания изделий с новыми характеристиками. В работе приведен пример реализации подхода к проектированию золотникового распределителя с заданным законом управления.

Ключевые слова: приводная техника; системы управления; гидрораспределитель

В гидросистемах и гидроприводах дроссельное управление направлением и скоростью движения выходного звена реализуется посредством гидравлических аппаратов клапанного или золотникового типа.

Существуют электрическое, гидравлическое и ручное управление.

Конструктивное исполнение подобных аппаратов предусматривает закон регулирования – зависимость положения регулирующего элемента (ЗРЭ) и выходной характеристики. Форма характеристики зависимости расхода (или давления) гидроаппарата от положения золотника определяется площадью проточной части и элементами дросселирования (лысками). На рисунке 1 представлена типовая конструкция золотникового распределителя с лысками на ЗРЭ.

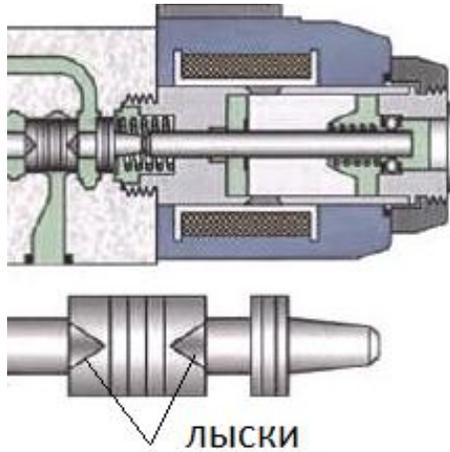


Рис. 1. Конструкция золотникового распределителя с лысками на запорно-регулирующем органе.

Привода специального назначения, как правило, имеют жесткие ограничения по габаритам размещения на объекте и массоинерционным характеристикам при высокой мощности [1, 2, 3]. Кроме указанного, изделия на основе этих приводов должны обладать высокой надежностью при длительном ресурсе.

В настоящее время актуализировалась тенденция к миниатюризации приводов и изделий на их основе [4]. Также, существует ряд задач, когда закон регулирования (отличный от пропорционального) известен заранее. Таким образом, необходимо реализовать конструктивное исполнение золотника, обеспечивающего при линейном перемещении – заданную характеристику регулирования [5]. Прежде подобный подход был нереализуем имеющимися технологическими возможностями производства. В настоящее время выполнение пазов произвольной формы стало возможным посредством электроэрозионной обработки [6].

Нами предлагается подход к разработке гидроаппаратуры, в которой требуемый закон регулирования объектом реализуется не посредством цифрового управления электромагнитом перемещения ЗРЭ, а непосредственно золотником.

Суть подхода отражена алгоритмом, приведенным на рис. 2.

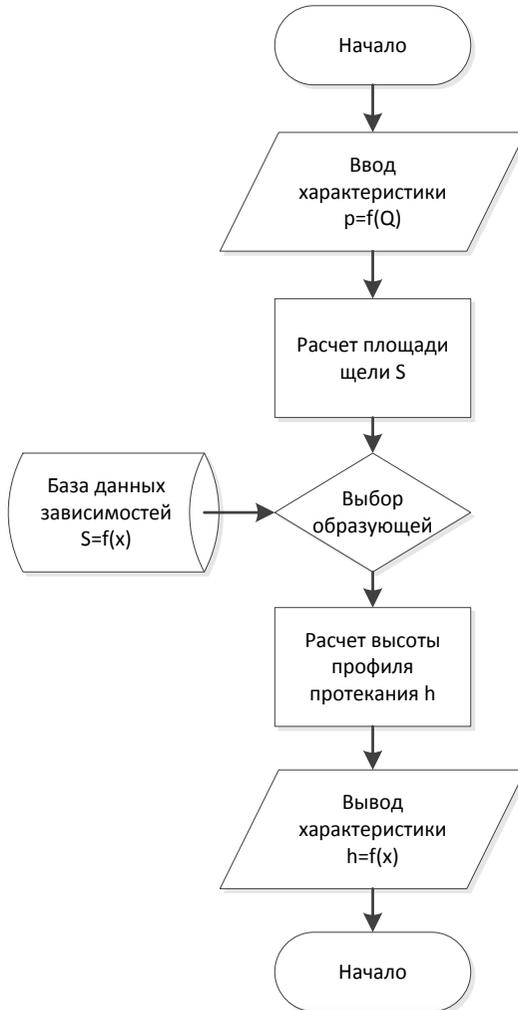


Рис. 2. Алгоритм

При заданном законе регулирования (зависимости $p=f(Q)$), определяем (с учетом сжимаемости потока) площадь щели на ЗРЭ, обеспечивающую заданную кривую [8].

Площадь щели можно реализовать различными способами: прямоугольной, клиновидной, круговой и т.п. Выбор геометрии щели определяется возможностями технологии. В нашем случае

подход реализован на примере круглой образующей профиля для протекания. Выбор обосновывается минимальными сопротивлением протеканию и шумовыми характеристиками.

Далее для выбранного вида геометрии паза, с учетом известного значения площади, вычисляем высоту профиля сечения относительно цилиндрической поверхности золотника (или его центральной оси).

Полученная зависимость высоты профиля сечения от хода золотника (расстояния от его торца) будет определять требуемую характеристику управления [7]. Эта же функция или опорные точки будут являться частью управляющей программы для электроэрозионного станка [6].

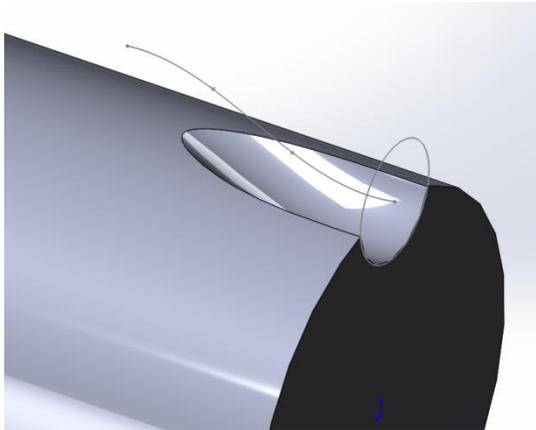


Рис. 3. Пример реализации

Заключение

Миниатюризация – общемировая тенденция развития техники. При заданном законе регулирования гидроаппаратом возможно отказаться от программируемого электрического привода перемещения золотника. В работе рассмотрен подход к проектированию конструкции золотника с нелинейной характеристикой паза, обеспечивающего заданный закон управления. Сам паз в настоящее время возможно выполнить на электроэрозионном оборудовании.

Список литературы

1. Пузанов, А. В. Тенденции развития систем подрессоривания и стабилизации вооружения беспилотной мобильной робототехники / А. В. Пузанов // Автоматизация в промышленности. – 2020. – № 2. – С. 25-27.
2. Пузанов, А. В. Гидромеханический анализ ходовой части аксиально-поршневой гидромашины / А. В. Пузанов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2016. – № 4(52). – С. 161-169.
3. Пузанов, А. В. Моделирование индикаторной диаграммы аксиально-плунжерной гидромашины / А. В. Пузанов, Е. А. Ершов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2017. – № 3(56). – С. 29-35.
4. Пузанов, А.В. Миниатюрный гидропривод [Текст]: монография / А.В. Пузанов, К.А. Пузанова. –Ковров: ФГБОУ ВО «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2022. 72 с. ISBN 978-5-86151-710-2.
5. Пузанов, А. В. Гибридный привод мобильной техники на основе изолированной гидросистемы / А. В. Пузанов // Скоростной транспорт будущего: перспективы, проблемы, решения : тезисы 1-ой Международной научно-технической конференции, Москва, 29 августа – 09 сентября 2022 года / Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). – Москва: Издательство "Перо", 2022. – С. 116-119.
6. Савицкий, В.В. С13 Электроэрозионные методы обработки материалов : учеб. пособие для вузов / В.В. Савицкий. – Витебск : УО "ВГТУ", 2006. – 276 с.
7. Пузанов, А. В. Элементы концепции цифрового двойника гидропривода / А. В. Пузанов // Математическое моделирование : Тезисы II Международной конференции, Москва, 21–22 июля 2021 года. – Москва: Издательство "Перо", 2021.
8. Данилов, Ю.А. Аппаратура объемных гидроприводов. Рабочие процессы и характеристики / Ю.А. Данилов, Ю.Л. Кирилловский, Ю.Г. Колпаков. – М.: Машиностроение, 1990. – 272с.

УДК 621

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Артемов В.В., канд. техн. наук

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»;*

Чурзин Д.А., директор ООО "Прибор-РСТ"

Аннотация. В статье рассматривается вопрос использования индивидуального электропривода для трансмиссии автомобилей специального назначения.

Ключевые слова: магнитопрвод, ротор, статор, мотор-колесо.

В настоящее время вопрос использования индивидуального электропривода, расположенного непосредственно в конструктиве с колесом, становится все более актуальным. Так называемые мотор-колеса нашли свое применение во многих сферах различного вида транспорта. Причинами этому являются:

- небольшие габариты и компактность;
- возможность организации индивидуального управления каждым колесом системы, что увеличивает управление и безопасность;
- необходимость рекуперации энергии для повышения экономичности;
- как заключительное звено электромеханической передачи бес коллекторные вентильные двигатели и асинхронные машины являются наиболее перспективными типами электродвигателей подходящих для использования их в мотор-колесах.

Для получения оптимальны динамических и энергетических характеристик с рекуперативным торможением необходимо использовать частотное регулирование.

Основными недостатками выпускаемых и создаваемых вновь мотор-колес являются:

- высокая себестоимость, определяется достаточно сложной намоткой обмоток управления электродвигателей, высокой

стоимостью материалов обмоток, магнитопроводов (электротехнического железа) и, при использовании вентильных двигателей, высокой стоимостью магнитов;

– низкая надежность, обусловленная намоткой обмоток в пазы магнитной системы, кроме того, низкая надежность обусловлена низкой температурой перегрева покрытия обмоток и наличием большого температурного сопротивления между обмотками и наружным воздухом;

– низкие удельные энергетические характеристики, не позволяющие вписать мотор – колесо оптимально в конструкцию транспортного средства;

– высокие энергетические потери, обусловленные высоким сопротивлением обмоток управления электродвигателей.

В последние несколько лет область применения различного вида систем мотор-колес как в автомобилях, так и специализированном транспорте непрерывно расширяется. Это можно объяснить тем, что реализация индивидуального привода автомобиля на каждом колесе, даёт возможность для создания принципиально новых, технологичных, безопасных и одновременно экологических автомобилей.

В случае использования системы мотор-колесо в автомобиле, можно выделить ряд существенных преимуществ, а именно:

– отсутствие потери мощности при передаче крутящего момента от двигателя на колеса, которое происходит в трансмиссии;

– компактное размещение тягового двигателя непосредственно внутри колеса, что в некоторых случаях является единственно возможным вариантом решения;

– возможность преобразования кинетической энергии автомобиля в электрическую методом рекуперативного торможения;

– получение высокого КПД.

Однако такая компоновка, когда тяговый двигатель располагается внутри обода колеса существенно увеличивает неподрессоренную массу автомобиля, что негативным образом сказывается на управляемости автомобиля, комфортности езды, ускорение и безопасности, а также ведет к усиленному износу рычагов подвески автомобиля и амортизаторов. Для уменьшения этого негативного

явления, необходимо использовать более прочные рычаги большего размера, добавлять новые элементы, что в свою очередь ведет к удорожанию автомобиля [1].

Однако, такая компоновка, когда тяговый двигатель располагается внутри обода колеса существенно увеличивает неподрессоренную массу автомобиля, что негативным образом сказывается на управляемости автомобиля, комфортности езды, ускорение и безопасности, а также ведет к усиленному износу рычагов подвески автомобиля и амортизаторов. Для уменьшения этого негативного явления, необходимо использовать более прочные рычаги большего размера, добавлять новые элементы, что в свою очередь ведет к удорожанию автомобиля [2].

В настоящее время ведутся разработки по внедрению мотор-колес в военную технику.

На рис. 1 представлен прототип мотор-колеса для военного бронетранспортера. Компактность, надежность и возможность легкого обслуживания, необходимые факторы для применения колес в различных видах военной техники.

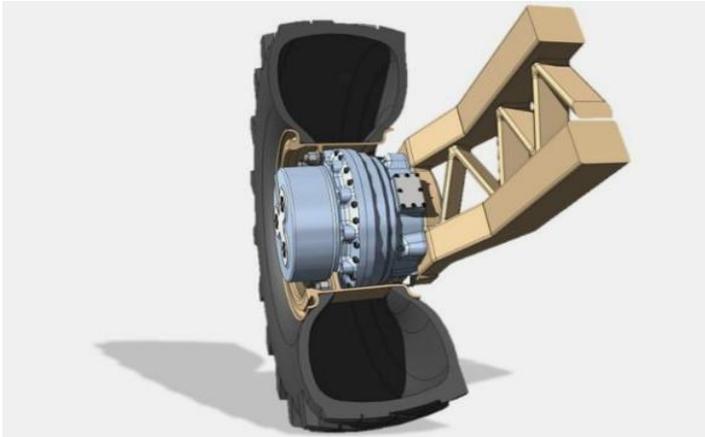


Рис. 1. Прототип мотор-колеса для военного бронетранспортера

Система мотор-колесо также успешно применяется в автобусах, троллейбусах, троллейбусных вагонах и другой автомобильной технике. В троллейбусах, например, питание на тяговые электродвигатели подводится от контактной городской сети, а электроэнергия, выра-

ботанная при рекуперативном торможении, отдается обратно в сеть. Это экологично и экономически выгодно [1].

Компактные мотор-колеса широко применяются в робототехнике представленных на рис. 2. На данный момент существует огромное количество различных видов мотор-колес и компоновок применяемых для создания роботов. Как правило, используются двигатели постоянного тока малой мощности. Внутри мотор-колеса установлен редуктор для увеличения момента создаваемого двигателя и уменьшения частоты вращения колес.

В настоящее время существуют различные варианты размещения двигателя внутри колеса. Если рассматривать мотор-колесо с точки зрения передачи крутящего момента непосредственно с ротора электродвигателя на обод колеса и обратно (в случае организации рекуперативного торможения), то в таком случае мотор-колеса условно можно подразделить на следующие группы:

- редукторные мотор-колеса;
- безредукторные мотор-колеса (прямой привод)



Рис. 2. Мотор-колесо редуктор с двигателем постоянного тока и встроенным энкодером

Бортовым источником питания для мотор-колес могут выступать аккумуляторные батареи или генератор. Генератор является частью электрической передачи. Такой тип питания используется на большегрузных автомобилях в тех случаях, когда организация

механической трансмиссии очень трудозатратна. Электрическая передача обеспечивает тяговое усилие от основного двигателя (чаще всего двигателя внутреннего сгорания) к движителю путем соединения в единую группу генератора и тягового электродвигателя. Электрическая передача постоянного тока (или с промежуточным звеном постоянного тока) обеспечивает независимость частоты вращения движителя с частотой вращения первичного двигателя. Такая система создаёт удобство при трогании с места, при изменении направления вращения и полное использование мощности двигателя во всём скоростном диапазоне [3].

В качестве аккумуляторов в этом случае чаще всего применяются литий-ионные батареи. Это широко распространенный тип источника энергии в электромобилях, велосипедах, уличных транспортных средствах и другой технике.

К плюсам литий-ионных аккумуляторов можно отнести:

- Возможность подзарядки по мере необходимости;
- Высокую ёмкость;
- Небольшую массу;
- Очень низкий показатель саморазряда;
- Возможность быстрого заряда.

Минусы:

- Высокая стоимость;
- Ограниченный срок службы;
- Существенная потеря емкости при отрицательных температурах.

– При одинаковой мощности мотор-колесо с прямым приводом стоит дороже редукторного колеса;

- Общие габариты и вес получаются значительно больше;
- Двигатель мотор-колеса оказывает сопротивление при вращении с отключенным питанием;
- Более низкий пусковой момент при одинаковой мощности двигателя.

Основные проблемы применения вышеприведенных приводов в специализированной подвижной технике исходя из опыта специальной военной операции достаточно проблематичны:

- срок эксплуатации специальных транспортных средств в условиях применения дронов крайне мал;

– стоимость мотор-колес, изготовленных на основе редкоземельных магнитов типа Nd-Fe-B или Sm-Co крайне высока и условиях кране малого срока службы в условиях военных действий не приемлема даже в условиях массового применения вследствие высокой цены;

– литий-ионные аккумуляторы, позволяющие обеспечить достаточно длительную работу электрической трансмиссии, крайне пожароопасны;

– в случае попадания трассирующей или бронебойно-зажигательной пули возникает крайне быстрое возгорание без возможности пожаротушения.

Исходя из проведенного анализа можно сделать вывод о необходимости применения в специализированных приводах мобильных машин спецназначения электроприводов, использующих негорючие традиционные аккумуляторы и специальные электродвигатели без постоянных магнитов. Конструкция подобного электродвигателя показана на рис. 3.

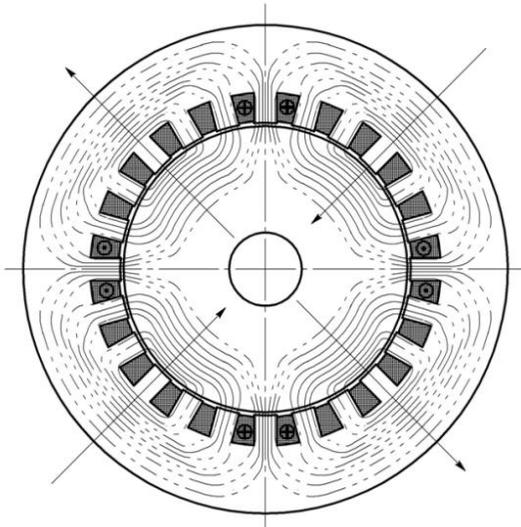


Рис. 3. Электродвигатель на основе магнитомягких материалов

Нами предлагается применять электродвигатели нашей разработки, построенные на использовании дешевых материалов на основе простых магнитомягких сталей и ферритовых порошков [4, 5].

Список литературы

1. Патент № 2517284. Способ управления скоростью, положением в пространстве и направлением движения транспортного средства, реализующего схему бортового поворота и снабженного независимыми электроприводами колес. Заявка: 2012127595/08, 02.07.2012: опубл.: 27.05.2014 Бюл. №15 / В.В. Артемов, А.Н. Афанасьев, Н.С. Говоров, С.Н. Говоров, А.С. Евсяков, А.В. Красноперов, Ю.В. Молокин, В.Ю. Савельев, Д.А. Чурзин; заявитель Ю.В. Молокин, патентообладатель Н.С. Говоров.

2. Патент № 2012116818. Мобильный комплекс для ведения разведывательных и боевых действий и его элемент - самоходное управляемое средство "бронетранспортер". Заявка: 2012116818/11, 25.04.2012: опубл.: 27.10.2013 Бюл. №30 / В.В. Артемов, А.Н. Афанасьев, Н.С. Говоров, С.Н. Говоров, Ю.В. Молокин, В.Ю. Савельев, Д.А. Чурзин; заявитель, патентообладатель Н.С. Говоров.

3. Патент № 2 457 378. Привод машины. Заявка: 2011104962/11, 10.02.2011: опубл.: 27.07.2012 Бюл. № 21 / В.В. Артемов, Н.С. Говоров, С.Н. Говоров, Ю.В. Молокин, В.Ю. Савельев, Д.А. Чурзин; заявитель, патентообладатель Н.С. Говоров.

4. Патент № 2010 111 579. Статор электрической машины. Заявка: 2010111579/07, 25.03.2010: опубл.: 27.09.2011 Бюл. № 7 / В.В. Артемов, Н.С. Говоров, С.Н. Говоров, Ю.В. Молокин, В.Ю. Савельев, Р.В. Севумян, Д.А. Чурзин; заявитель, патентообладатель Н.С. Говоров.

5. Патент № 2 436 220. Ротор асинхронной электрической машины. Заявка: 2010149034/07, 30.11.2010: опубл.: 10.12.2011 Бюл. № 34 / В.В. Артемов, Н.С. Говоров, С.Н. Говоров, Ю.В. Молокин, В.Ю. Савельев, Р.В. Севумян, Д.А. Чурзин; заявитель, патентообладатель Н.С. Говоров.

УДК 621.22

РАСЧЁТЫ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ

Дарит Я.А., д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярева»

Аннотация. В работе приводятся соображения по исследованию характеристики обратимости аксиально-плунжерного насоса и предложения по совершенствованию имитационной модели на основе экспериментальных данных.

Ключевые слова: гидропривод, насос, обратимость насоса, имитационная модель.

Важным моментом создание современной техники является изучение её функционирования с использованием имитационных моделей [1]. Это касается гидромашин, гидропередат и гидросистем. Совершенствованию имитационных моделей насосов и, в частности, учету степени их обратимости и посвящена данная работа.

Традиционно, при имитационном моделировании функционирования гидросистем их насосы описывается упрощенно – теоретической подачей. Кроме того, дополнительно учитываются утечки, перетечки, к.п.д и пр., но при этом, моделируется перепад давления между гидролиниями, а не само давление. Постепенно в практику расчётов входит раздельное описание рабочего процесса в каждой гидролинии и, следовательно, раздельное описание формирования потока отдельно на стороне низкого давления и отдельно – на нагнетании. В этом случае появляется возможность более качественно и более подробно учитывать свойства рабочей жидкости гидросистемы: упругость, плотность, газосодержания и пр.

В моделях насосов следящих приводов способы улучшения характеристик привода ищутся на путях снижения нагрузки на валу мотора, внутреннего трения мотора, уменьшения утечек, увеличения жёсткости привода в целом.

Есть работы, в которых исследуется влияние комплекса насос-клапаны на выходные характеристики привода.

Следующим этапом в совершенствовании моделей гидромашин, и в частности, насосов может быть учёт подробной характеристики их обратимости.

Актуальность вопроса связана с тем, что при разработке следящих гидроприводов особое важны их характеристики в области малых сигналов управления, при которых при слежении за целью гидромашин привода в районе нулевых сигналов управления постоянно переходят из моторного режима (разгон) в насосный (торможение) и обратно. При этом обычно допускается, что обратимость машин - полная, что очевидно не так.

Для моторов это допущение достаточно корректное – его параметр регулирования максимальный и неизменный, а вот что касается насосов, то его параметр регулирования проходит через нулевое значение т.е. попадает частично в область самоторможения машины. И, хотя, вал насоса принудительно вращается приводным двигателем всё-таки важно выявить как конкретная характеристика обратимости насоса влияет на привод в целом в моменты тормозного режима в области нулевых сигналов.

Данные эксперимента по обратимости для насоса 33 см³/об дают такие результаты:

- Внутренний момент трение в ходовой части гидромашин при полном отклонении угла органа регулирования подачи создаёт перепад давления между гидролиниями привода в 25 атмосфер.

- Уменьшение угла наклона органа регулирования в диапазоне 17 – 7.5 градусов – повышает давление привода. Величина потерь на внутреннее трения машины увеличивается при этом на 3% в расчёте на каждый градус уменьшения угла наклона диска (всего примерно на 30%). При уменьшении угла с 7.5 до 6.5 градусов происходит резкий скачок момента сил внутреннего сопротивления машины, сразу на следующие 30%. Далее рост давления ограничен предохранительным клапаном.

- Если предположить, что процесс нарастания внутреннего сопротивления продолжается с той же интенсивности, то самоторможение машины должно иметь место в зоне +/- 4 градуса. Вращение блока цилиндров в этой зоне возможно лишь по инерции или

при внешнем помогающем моменте. (Данная зона в эксперименте не исследовалась, так как при малых углах наклона диска давление в гидрролинии достигало 135 атмосфер и срабатывал предохранительный клапан).

- В связи с полученным результатом предлагается следующая корректировка имитационной модели насоса: в моторном режиме насоса (режиме торможения нагрузки привода) приводной двигатель насоса получает попутный момент от этого насоса, который, уменьшается с уменьшением угла наклона диска по указанной выше зависимости, а по достижении угла в 4 градуса - достигает нулевого значения.

Эти данные и вводятся в имитационную модель насоса, которая входит в состав гидропередачи.

Для сравнительных расчётов модель включает две передачи: с учётом полученных результатов по обратимости насоса и и без учёта этих результатов, т.е. в предположении идеальной обратимости насоса (рис. 1).

М, Нм

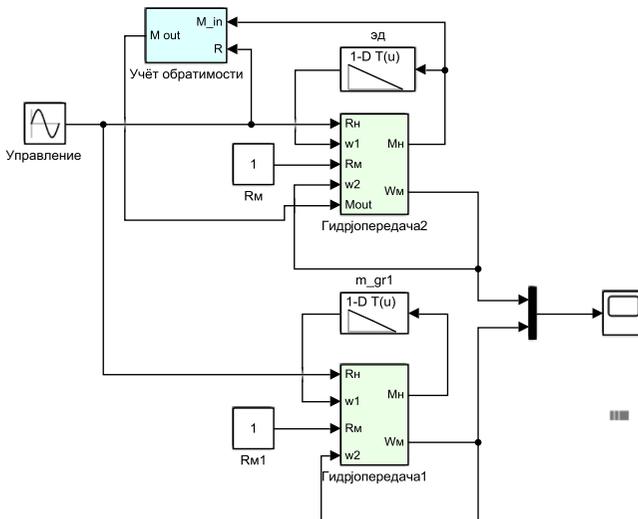


Рис. 1. Модель для сравнительного расчёта гидропередач с учётом и без учёта уточнённой процедуры проводимости.

На рис. 2 модель блока «обратимость», на рис. 4 – расчётные моменты на валу насоса, на рис. 5 – расчётные угловые скорости валов моторов двух передач.

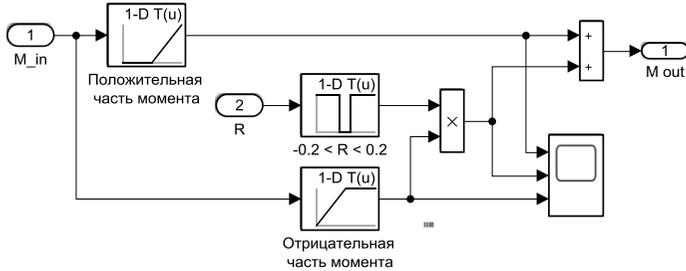


Рис. 2. Модель уточнённого расчёта обратимости насоса

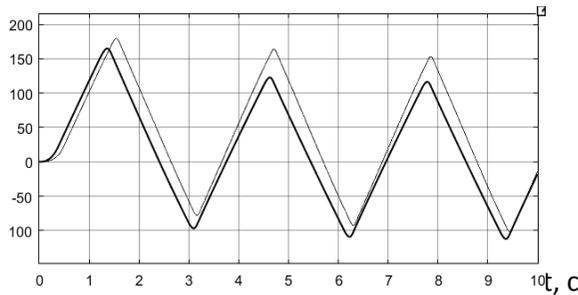


Рис. 3. Расчётный момент (Нм) на валу насоса: при полной обратимости машины (тонкая линия), с учётом уточнённой процедуры расчёта обратимости (утолщённая линия).

W1/c

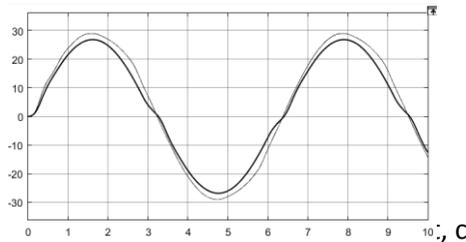


Рис. 4. Скорость вращения вала гидромотора в модели с полной обратимостью гидромашины (тонкая линия) и учитывающая обратимость (утолщённая линия).

Как видно из графиков, учёт подробного описания функции обратимости насоса изменяет расчётную скоростную характеристику гидropередачи, в которую входит насос. Особенно это важно для следящих приводов, а также многодвигательных приводов при их работе от одного приводного двигателя, через который осуществляется взаимовлияние этих приводов. Исследования показали актуальность разработанных моделей.

Список литературы

1. Даршт, Я.А. Имитационные модели гидropневмоустройств и приводов: монография / Я.А. Даршт. – Ковров: ФГБОУ ВО «КГТА им. В.А. Дегтярёва», 2019. – 236 с.

УДК 67.02

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОНКОСТЕННЫХ КОРПУСНЫХ ИЗДЕЛИЙ АГРЕГАТОВ ПНЕВМОАВТОМА- ТИКИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Камишлина И.А.

КБ «Арматура» – филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

Аннотация. Рассмотрены вопросы, возникающие при фрезеровании тонкостенных изделий агрегатов пневмоавтоматики ракетно-космической техники. Рассмотрены условия процесса резания тонкостенных заготовок и факторы, оказывающие отрицательное воздействие на процесс обработки. Кратко представлена конструкция разработанного приспособления и принцип его работы с учетом конструктивных особенностей изделий агрегатов пневмоавтоматики.

Ключевые слова: тонкостенные детали, фрезерование, нержавеющие жаропрочные сплавы, вибрации технологической системы, технологическая оснастка.

Тонкостенные детали, содержащие пространственно-сложные поверхности, получили широкое применение в ряде отраслей машиностроения. Особую роль они играют в ракетно-космической промышленности. К таким деталям относятся элементы изделий пневмоавтоматики ракет-носителей из нержавеющей жаропрочных сплавов. Детали имеют переменную жесткость по своей конструкции, относительно большое соотношение габаритов к толщине стенки детали, внутренние закрытые полости и фасонные впадины. К их изготовлению предъявляются высокие требования к геометрической точности формы, шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Фрезерная обработка на станках с ЧПУ тонкостенных фасонных корпусных изделий из нержавеющей жаропрочных сплавов – сложная производственная задача. Требуется точный расчет последовательности переходов фрезерования фасонных наружных профилей с учетом свойств обрабатываемого материала. Ввиду низкой теплопроводности нержавеющей жаропрочных сплавов, их высокой вязкости и склонности к деформационному упрочнению, низкой виброустойчивости, сложно рационально подобрать режимы резания для достижения заданных параметров точности и шероховатости поверхностей [1]. Отличительной особенностью фрезерования тонкостенных деталей также является прерывистый процесс обработки, где резание происходит периодически, сменяясь свободным движением детали и инструмента, с малым радиальным и осевым врезанием и изменением силы резания, что приводит к возбуждению вибраций в технологической системе [2].

Возникновение вибраций в технологической системе оказывает отрицательное воздействие на процесс фрезерной обработки, что приводит к возникновению дефектов при формировании заданных значений геометрических параметров, возрастанию времени отладки управляющих программ, износу режущего инструмента, нарушению регулировки точности и возможной поломке шпиндельного узла станка. В таких условиях при проектировании операций фрезерования тонкостенных деталей на станках с ЧПУ повышение виброустойчивости технологической системы с целью обеспечения точности обрабатываемых поверхностей является актуальной задачей.

Основными задачами при этом является комплексное определение оптимальных параметров технологической системы и схемы закрепления заготовок, рациональный расчет режимов резания. Для повышения виброустойчивости технологической системы используют специальные приспособления, в которых предусматривают дополнительную поддержку тонкой стенки обрабатываемой заготовки. При наличии в конструкции детали внутренних закрытых полостей, существующие решения не исключают возникновения отклонения геометрической формы детали при зажиме и возникновению вибраций, из-за отсутствия полного прилегания контактирующих элементов с внутренними фасонными закрытыми поверхностями деталей. Центральная часть стенки детали не имеет поддержки, поэтому при фрезеровании под действием систематически меняющихся сил резания, возникают автоколебания и смещения координат приложения сил. Это оказывает дополнительное влияние на величину шероховатости обработанной поверхности и погрешностей формы деталей.

По результатам анализа преимуществ и недостатков конструкций зажимных приспособлений, ведущих отечественных и зарубежных производителей, разработана конструкция оправки с упруго эластичной вставкой. Закрепление осуществляют, формируя радиально направленные силы осевым сжатием для последующей механической обработки, для чего на втулку устанавливают упругоэластичные вставки, расположенные на оправке с разжимными элементами, жестко базируют по технологическим базам. Предложенная конструкция оправки обеспечивает повышение виброустойчивости технологической системы по сравнению с существующими конструкциями. Одним из направлений дальнейших работ являются аналитические и экспериментальные исследования влияния конструктивных и эксплуатационных параметров приспособления с упругоэластичными вставками на повышение точности обрабатываемых поверхностей при фрезеровании. По результатам анализа и технологических расчетов планируется изготовление опытного образца, проведение испытаний конструкции на различных типах тонкостенных заготовок из нержавеющей жаропрочных сплавов.

Список литературы

1. Раскатов В.М., Чуенков В.С., Бессонова Н.Ф., Вейс Д.А. Машиностроительные материалы: 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1980. 511 с.

2. Козлов С.В., Ширшов Е.О. Исследование динамики фрезерования тонкостенных элементов деталей // Инновации в науке, 2019. №4(92). С. 29-34.

УДК 621.22

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДА СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЗРК МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Киржаев А.М., студент;

Овчинников Н.А., канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация: Рассмотрены основные отличительные особенности различных видов привода и условий эксплуатации систем стабилизации зенитно-ракетных комплексов (ЗРК). Представлены математическая и имитационная модели теплового состояния силового гидроцилиндра. Определены направления дальнейшей работы по обеспечению заданного температурного режима гидропривода системы стабилизации ЗРК морского базирования.

Ключевые слова: ЗРК, привод, силовой гидроцилиндр, качка, температура, тепловой поток.

В системах стабилизации ЗРК могут применяться электрические, гидравлические, пневматические, механические и комбинированные приводы. Каждый тип привода имеет свои особенности и применяется в зависимости от требований конкретной системы. Электрические приводы обычно используются в системах, где требуется быстрое время отклика. Они основаны на электродвигателях (электродвигателях и механической передачи), которые могут из-

менять свою скорость и крутящий момент в зависимости от входного сигнала [1]. Гидравлические приводы обычно используются для тяжелых условий работы, где требуются высокие уровни силы и мощности [2].

В табл. 1 приведена сравнительная характеристика электрического и гидравлического привода.

Таблица 1

Критерий	Электроприводы	Гидроприводы
Линейное перемещение	Затруднительно, дорого, малые усилия	Просто, большие усилия, хорошее регулирование скорости
Рабочая скорость исполнительного механизма	Зависит от конкретных условий	До 1,5 м/с
Усилия	Большие усилия, не допускаются перегрузки	Усилия до 3000 кН и выше, защищены от перегрузок
Точность позиционирования	± 1 мкм и выше	До ± 1 мкм
КПД	0,85%	0,93-0,97%
Утечки	Нет	Возможны
Влияние окружающей среды	Чувствительны к изменению температуры	Чувствительны к изменению температуры
Подверженность электромагнитным помехам	Высокая	Низкая
Приведённая стоимость	Высокая	Низкая

Сухопутные системы стабилизации ЗРК в зависимости от условий базирования подразделяются на стационарные и мобильные. При этом ЗРК морского базирования можно выделить в отдельную категорию, которая характеризуется особыми условиями эксплуатации (табл. 2).

Таблица 2

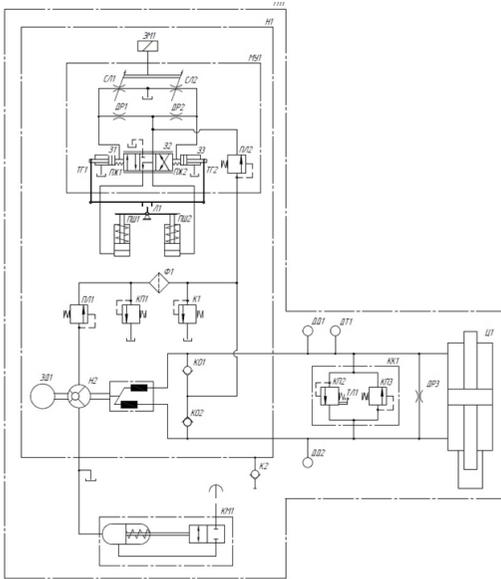
Стационарная система стабилизации ЗРК	Мобильная система стабилизации ЗРК	Система стабилизации ЗРК морского базирования
В условиях стационарного размещения нет ограничений в габаритах и массе вспомогательного оборудования для обеспечения оптимального теплового режима, таких, как дополнительные радиаторы охлаждения или подогреватели рабочей жидкости для поддержания заданной температуры.	Из-за ограничений по габаритам и массе на машине не могут быть установлены дополнительные радиаторы охлаждения или подогреватели рабочей жидкости. В зависимости от климатических условий требуется специальное исполнение ЗРК (тропическое или арктическое)	Широкий интервал рабочих температур в зависимости от места дислокации корабля (от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$). Необходимость стабилизации ЗРК от действия морской качки в движении, что приводит к интенсификации нагрузок на элементы привода и повышенному уровню тепловыделений

По совокупности критериев можно сделать заключение, что на данном уровне развития техники для целей стабилизации ЗРК морского базирования предпочтение, на наш взгляд, следует отдать гидравлическому приводу.

Гидравлическая схема привода системы стабилизации ЗРК морского базирования представлена на рис. 1.

Надежная, эффективная и продолжительная работа гидропривода возможна в условиях оптимального теплового состояния. Известно, что с повышением температуры рабочей жидкости увеличиваются объемные потери, нарушаются условия надежного смазывания сопряженных деталей и может возникнуть локальный нагрев поверхностей трения, интенсивное изнашивание и даже «схватывание» сопряженных деталей. Кроме того, при повышении температуры активизируется окисление рабочей жидкости и выделение из неё смолистых осадков, ускоряющих облитерацию проходных капиллярных каналов и дроссельных щелей [3].

Одним из ключевых элементов гидропривода, характеризующимся наибольшей интенсивностью тепловыделений, является силовой гидроцилиндр. Для эффективной и продолжительной его работы нужна стабильная температура рабочей жидкости, а также уплотнения, имеющие более низкое трение, а значит меньший нагрев в паре трения.



ГП1 – Гидропривод
 Ц1 – Гидроцилиндр
 ДД1, ДД2 – Датчик давления
 ДТ1 – Датчик температуры
 ДР3 – Дроссель
 К2 – Клапан
 КМ1 – Компенсатор

КК1 – Коробка клапанная
 ТЛ1 – Толкатель
 КП2, КП3 – Клапан предохранительный

Н1 – Насос
 К1 – Клапан
 КО1 – Клапан
 КО2 – Клапан
 КП1 – Клапан предохранительный
 Л1 – Люлька
 Н2 – Насос
 ПЛ1 – Плунжер
 ПШ1, ПШ2 – Поршень
 ТГ1, ТГ2 – Тяга
 Ф1 – Фильтр
 ЭД1 – Электродвигатель
 ЭМ1 – Электромагнит

МУ1 – Механизм управления
 ДР1, ДР2 – Дроссель
 З1, З3 – Золотник
 З2 – Золотник
 ПЖ1, ПЖ2
 ПЛ2 – Плунжер
 СЛ1, СЛ2 – Сопло

Рис 1. Гидравлическая схема привода системы стабилизации ЗРК морского базирования

На рис. 2 представлена схема тепловых потоков в узлах гидроцилиндра, необходимая для анализа теплового баланса.

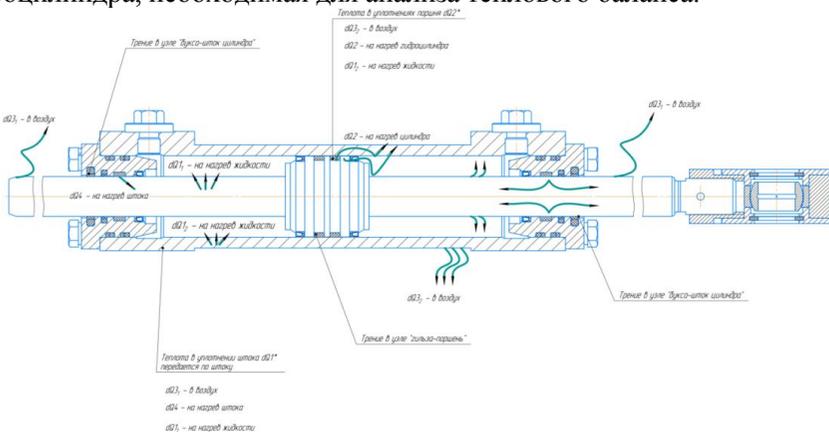


Рис 2. Схема тепловых потоков в узлах гидроцилиндра

Основной целью исследования теплового режима гидропривода является выработка решений по исключению возможности нарушения его функционирования по назначению из-за превышения нормативных значений температуры.

Основными задачами исследования теплового режима гидропривода являются:

1. Разработка математической и имитационной модели теплового состояния гидропривода системы стабилизации ЗРК морского базирования.

2. Оценка диапазона изменения в процессе эксплуатации вязкости рабочей жидкости при разных по уровням температуры режимах.

3. Оценка продолжительности периода разогрева гидропривода до выхода на установившуюся температуру.

4. Оценка максимальной установившейся температуры элементов гидропривода.

5. Ограничение максимальной установившейся температуры элементов гидропривода посредством реализации комплекса мероприятий: снижения внутренних тепловыделений; снижения внешнего нагрева (экранирование); организации процесса отвода теплоты (свободная конвекция или принудительное охлаждение).

Математическая модель теплового состояния гидроцилиндра основана на системе дифференциальных уравнений [4].

$$\frac{\partial t_1}{\partial T} = \frac{\alpha_4 \cdot S_4}{c_1 \cdot P_1} \cdot (t_4 - t_1) + \frac{\alpha_2 \cdot S_2}{c_1 \cdot P_1} \cdot (t_2 - t_1), \quad (1)$$

$$\frac{\partial t_2}{\partial T} = \frac{Q_2}{c_1 \cdot P_1} - \frac{\alpha_3 \cdot S_3}{c_2 \cdot P_2} \cdot (t_2 - t_0) + \frac{\alpha_2 \cdot S_2}{c_2 \cdot P_2} \cdot (t_2 - t_1), \quad (2)$$

$$\frac{\partial t_4}{\partial T} = \frac{Q_1}{c_4 \cdot P_4} - \frac{\alpha_4 \cdot S_4}{c_4 \cdot P_4} \cdot (t_4 - t_1) + \frac{\alpha_5 \cdot S_5}{c_4 \cdot P_4} \cdot (t_4 - t_0), \quad (3)$$

где: t_1, t_2, t_4, t_0 – соответственно температура рабочей жидкости, корпуса гидроцилиндра, штока гидроцилиндра, окружающей среды;

S_2, S_3, S_4, S_5 – соответственно площадь теплоотдачи от корпуса цилиндра к рабочей жидкости, площадь теплоотдачи от корпуса цилиндра к окружающему воздуху, площадь теплоотдачи от штока к окружающему воздуху, площадь теплоотдачи от штока к окружающему воздуху;

$\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ – соответственно коэффициент теплоотдачи от

корпуса цилиндра к рабочей жидкости, коэффициент теплоотдачи от корпуса цилиндра к окружающему воздуху, коэффициент теплоотдачи от штока к окружающему воздуху, коэффициент теплоотдачи от штока к окружающему воздуху;

P_1, P_2, P_4 – соответственно масса рабочей жидкости, масса корпуса гидроцилиндра, масса штока;

c_1, c_2, c_4 – соответственно теплоёмкость рабочей жидкости, теплоёмкость корпуса гидроцилиндра, теплоёмкость штока;

Q_1' – мощность трения в уплотнении штока гидроцилиндра;

Q_2' – мощность трения в уплотнении поршня гидроцилиндра;

T – время процесса.

На базе отечественного программного комплекса SimInTech была разработана имитационная модель теплового состояния силового гидроцилиндра, позволяющая изучать изменение температуры рабочей жидкости и основных узлов гидроцилиндра в зависимости от нагрузочных режимов, режимов трения в уплотнительных элементах гидроцилиндра, различных условий охлаждения гидроцилиндра. Структурная схема модели представлена на рис. 3.

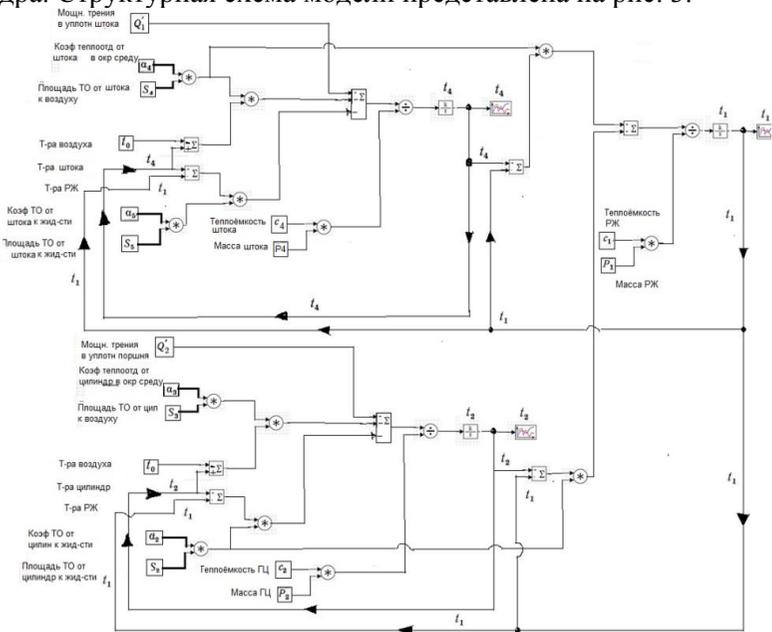
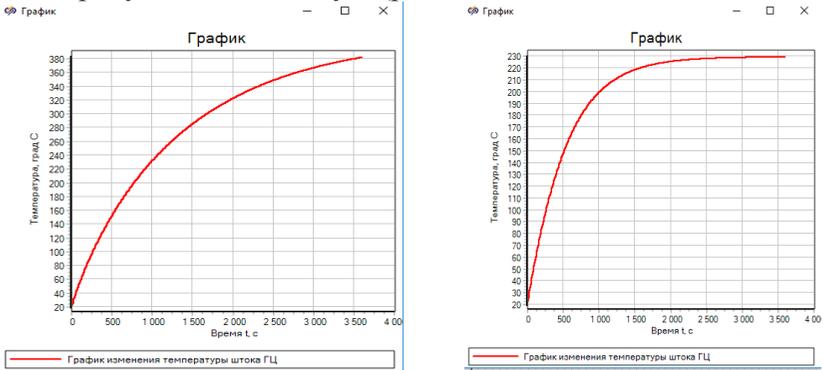


Рис. 3. Структурная схема модели теплового состояния гидроцилиндра

На рис. 4 представлен график изменения температуры штока гидроцилиндра через 1 час работы при условиях охлаждения гидроцилиндра посредством свободной конвекции (рис.4,а) и посредством принудительного обдува (рис.4,б).



а – свободная конвекция ($\alpha=20$ Вт/м²·град), б – вынужденная конвекция обдув $\alpha=200$ Вт/м²·град)

Рис.4. График изменения температуры штока гидроцилиндра в течение 1 часа работы

Задачей дальнейшей работы является изучение теплового состояния гидроцилиндра с целью ограничения на заданном уровне предельной установившейся температуры его элементов за счёт реализации комплекса мероприятий:

- снижения внутренних тепловыделений за счёт оптимизации режимов трения в узлах уплотнений и подбора соответствующих материалов уплотнительных элементов;
- учёт внешнего нагрева, например, посредством солнечного излучения и снижение его влияния (экранирование и т.п.);
- оптимизации процесса охлаждения гидроцилиндра (свободная конвекция, принудительное охлаждение и т.п.).

Кроме того, изложенный подход может быть использован для создания моделей теплового состояния и других элементов гидропривода.

Список литературы

1. Васильев, Б.Г. Электропривод. Энергетика электропривода: Учебник / Б.Г. Васильев. - М.: Солон-пресс, 2015. – 268 с.
2. Башта, Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов. М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
3. Домогоаров, А.Ю. Рабочие жидкости и смазки: учебное пособие / А.Ю. Домогоаров, А.И. Стенаков, И.С. Леладзе. М.: МАДИ (ГТУ), 2005. – 102 с.
4. Макаров, Г.В. Уплотнительные устройства / Г.В. Макаров. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Л.: Машиностроение (Ленинградское отделение), 1973. – 232 с.

УДК 621.757

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Кузнецова С.В., канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация. Данная статья посвящена вопросам экспериментальной идентификации динамической модели объекта управления при автоматизированной сборке. Объектом управления при сборке являются соединяемые детали, характеристики движения которых определяют исход сборочной операции. Для идентификации модели объекта разработана установка с применением средств технического зрения. Предложена методика экспериментальной идентификации.

Ключевые слова: динамическая модель, идентификация, объект управления, сборочная операция, средства технического зрения.

Сборка – это процесс управления движением соединяемых деталей с целью совмещения, динамические показатели качества которого во многом определяют исход операции. Для синтеза управляющих воздействий процессом требуется динамическая модель объекта [1]. Одним из способов получения модели объекта является процедура идентификации [2].

В нашем исследовании представлены результаты идентификации модели объекта сборки только по одной линейной координате (из 6-и возможных [3]), что является допущением.

Схема экспериментальной установки для идентификации изображена на рисунке 1.

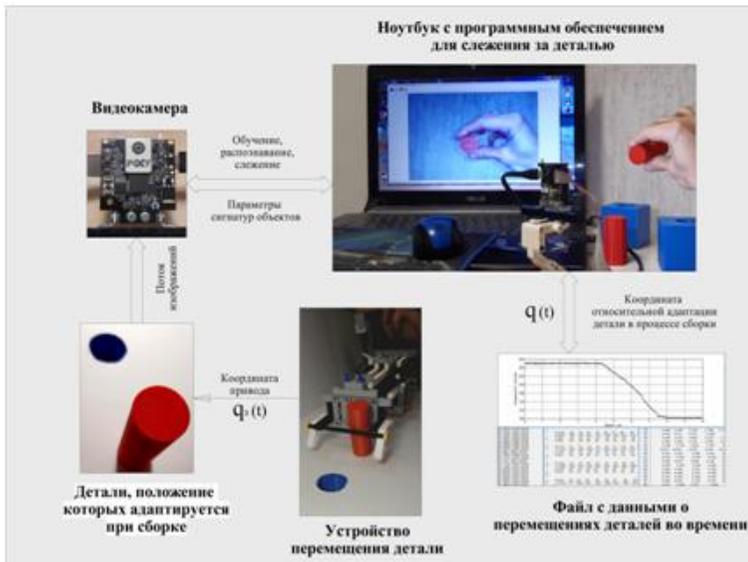


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для идентификации динамической модели объекта управления

Установка для идентификации модели адаптации деталей при автоматизированной сборке включает:

- объекты сборочной операции: подвижная охватываемая деталь типа “валик”; базовая неподвижная деталь является основани-

ем, имеющим сквозное отверстие с цилиндрической охватывающей поверхностью, зазор в соединении 1 мм;

- видеокамера компьютерного зрения CMUcam Pixy с прошивкой, содержащей алгоритмы распознавания образов [4] ;

- устройство перемещения, оказывающее задающее воздействие на присоединяемую деталь посредством направляющего элемента соединенного с линейным приводом;

- ноутбук с программным обеспечением для обучения объекту и регистрации данных – координат во времени для детали, установленной в адаптирующем приспособлении.

Система технического зрения выполняет функцию распознавания и отслеживания движущегося объекта сборки, аналогично [5].

В процессе эксперимента по идентификации выполнены следующие этапы:

1) Подготовка сборочной позиции: установка деталей и устройства перемещения в исходные положения;

2) Подключение видеокамеры к ноутбуку, запуск программы для захвата изображения и обучения деталям, участвующим в сборочной операции;

3) Процедура калибровки видеокамеры;

4) Последовательное обучение объектам [6] сборочной операции;

5) Коррекция настроек алгоритма для лучшего распознавания объектов: чувствительности, скорости обработки, контрастности и др.;

6) Проведение эксперимента по регистрации координат адаптации детали в процессе сборочной операции;

7) Запись данных эксперимента в файл;

8) Обработка экспериментальных данных с целью расчета коэффициентов динамической модели объекта.

Автоматизированный расчет коэффициентов динамической модели целесообразно выполнять средствами программного пакета System Identification Toolbox MATLAB (инструкция схематически показана на рисунке 2).

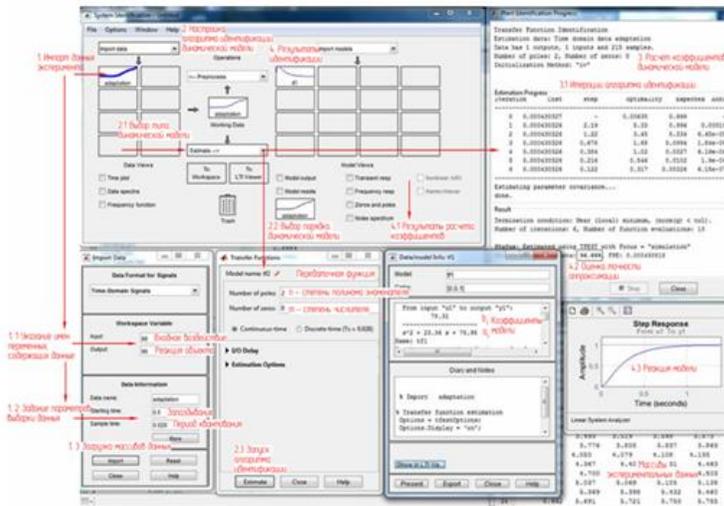


Рис. 2. Инструмент System Identification Toolbox MATLAB для автоматизированного расчета коэффициентов идентифицируемой модели

Результаты идентификации динамической модели объекта управления при сборке показаны на рисунке 3. Обнаружено существенное расхождение данных эксперимента и результатов моделирования при сокращении объема данных, уменьшении временного интервала регистрации, увеличении участка запаздывания. По результатам оценки погрешности аппроксимации наилучшую сходимость экспериментальных данных и моделирования позволяет получить модель второго порядка.

Данная модель обладает инерционными свойствами. В переходном процессе присутствуют основные элементы движения детали при сборке: этап разгона (короткий по времени в сравнении с торможением); область с несущественно меняющейся скоростью; участок торможения (монотонный или с затухающими колебаниями). Колебания возможно имитировать исключительно относительно установившейся позиции (не в промежуточном участке). Модель может описывать движение детали на всех этапах движения при адаптации. Переменные состояния: координата и скорость движения детали. Модель наилучшим образом подходит для оценки физических характеристик процесса движения детали.

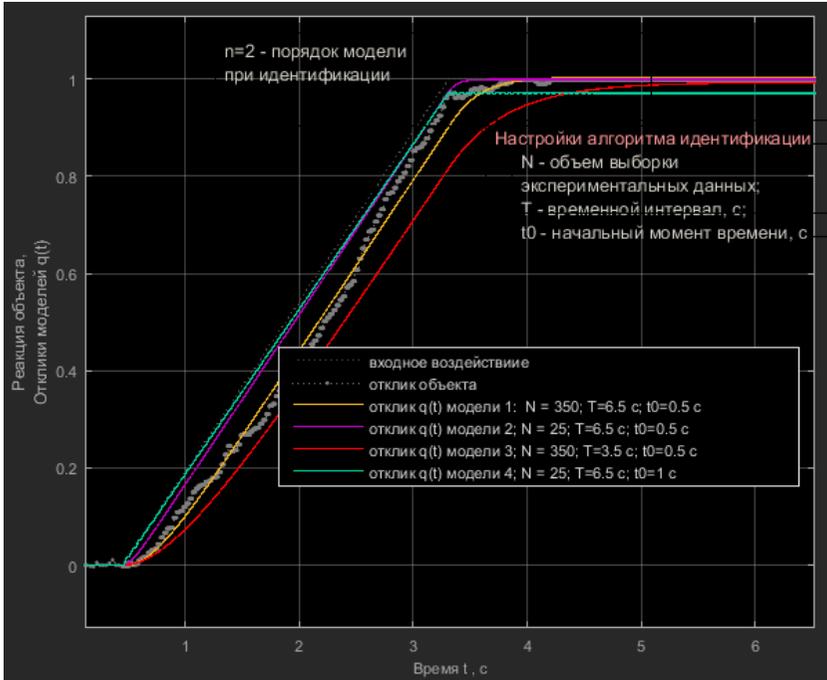


Рис. 3. Результаты идентификации динамической модели объекта управления при сборке

Полученная путем идентификации динамическая модель движения присоединяемой детали при сборке является моделью объекта управления, которая будет использована при синтезе алгоритмов управления [7], [8] процессом автоматизированной сборки.

Список литературы

1. Руппель, А. А. Анализ и синтез систем автоматизации технологических процессов: учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 86 с. – Текст: непосредственный.
2. Дилигенская, А. Н. Идентификация объектов управления: учеб. пособие. – Самара: Изд-во Самар. гос. техн. ун-та, 2009. – 136 с. – Текст: непосредственный.

3. Кузнецова, С. В. Модель, описывающая динамику движения детали по координатам совмещения, относительной и угловой адаптации при сборке / С. В. Кузнецова, А. Л. Симаков // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2017. – Т.3. – №3. – ISSN 2413–9858. – URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2017/09/2017-N3-KuznetsovaSimakov.pdf> (дата обращения: 01.03.2024). – Текст: электронный.

4. Rowe, A. Overview – CMUCam: Open Source Programmable Embedded Color Vision Sensors / A. Rowe, R. Le Grand, A. Robinson. – URL: <http://www.cmucam.org> (date accessed: 20.10.2023). – Текст: электронный.

5. Кузнецова, С.В. Экспериментальная установка для распознавания движений деталей в процессе сборки / С.В. Кузнецова // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2019 . – Т. 20. – № 4(225). – С.161-165.

6. Dutta Siva Nandini, Mr. K. Sathish. A comprehensive study on industrial vision robot with pixy camera. Anveshana's International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences. Aijreas. Volume 4, Issue 6 (2019, Jun).

7. Кузнецова, С. В. Синтез управления в активных средствах адаптации деталей при автоматизированной сборке / С. В. Кузнецова, А. Л. Симаков. – DOI: 10.25987/VSTU.2020.16.4.004 // Вестник воронежского государственного технического университета. – 2020 г. – Т.16. – № 4. – С 31-39.

8. Синтез управления процессом адаптации детали при сборке методом обратной задачи динамики / С.В. Кузнецова, А.Л. Симаков, М.В. Вартанов, И.Н. Зинина // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2019. – № 3. – С 104-111.

УДК 62-526

МЕТОД Понижения Порядка для Модели Нелинейного Объекта Большой Размерности

Кутузов В.К., д-р техн. наук, профессор;

Пузанов А.В., канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Рассматривается синтез систем управления с объектом управления, описываемым n – уравнениями первого порядка, некоторые из них могут быть нелинейными. Система управления объекта представляется в виде имитационной модели, содержащей n – интеграторов. Путем введения дополнительных связей можно нейтрализовать ряд интеграторов в имитационной модели объекта. В результате этого размерность ее понизится до допустимой величины. Влияние нелинейностей также может быть устранено. В результате систему управления можно формировать для линейного объекта пониженного порядка.

Ключевые слова: система управления, управляемый объект, синтез, модель, нелинейность, интегратор, связь, понижение, порядок

Система управления комплексным объектом специального назначения содержит обратные связи и обладает достаточным запасом устойчивости. Актуальной задачей остается обеспечение характеристик: точности и быстродействия. Это решается достаточно просто, при условии, что объект управления описывается линейным дифференциальным уравнением 2-го или 1-го порядка. В научно-технической литературе существует ряд способов, обеспечивающих снижение порядка дифференциального уравнения, основанных на декомпозиции исходного дифференциального уравнения с целью упрощения синтеза системы управления, упрощения ее последующей реализации и, соответственно, упрощения ее настройки и повышения надежности эксплуатации. Обычно подобные задачи решаются посредством методов редукции [1]. Основной целью данного исследования также является упрощение системы управления и методов ее синтеза с учетом нелинейностей. Пробле-

мы синтеза систем управления возникают из-за сложности описания объекта управления: его порядка и наличия различных нелинейностей.

В работе предложен метод сведения объекта управления, описываемый нелинейным дифференциальным уравнением высокого порядка, к описанию его линейным уравнением более низкого порядка без снижения влияния на устойчивость и точность полного порядка дифференциального уравнения объекта. Этот метод разработан для объектов, описываемых линейными дифференциальными уравнениями [2]. Нами метод развит и на нелинейные объекты управления. Согласно [3] «нелинейной системой автоматического управления называется такая система, которая содержит хотя бы одно звено, описываемое нелинейным уравнением». Т.е. хотя бы один из коэффициентов a_i должен быть $\varphi_i(x_i)$.

Тогда полученная в [2] модель выразится в имитационную модель (рис. 1):

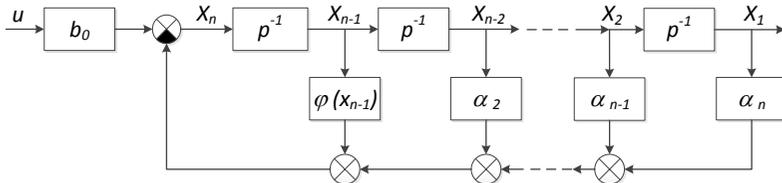


Рис. 1. Имитационная модель нелинейного объекта управления с нелинейностью в виде $\varphi_i(x_{n-1}) = \alpha_1 + k \cdot \text{sign}(x_{n-1})$

Первый каскад представим в нелинейном виде (рис. 2), для которого

$$x_n = \frac{p}{p + \varphi_1} b_0 u_1, \text{ а } x_{n-1} = \frac{1}{p + \varphi_1} b_0 u.$$

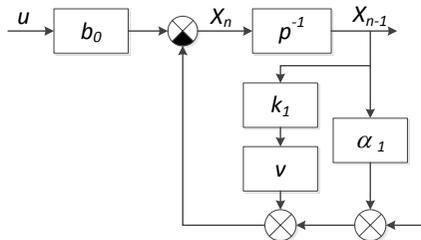


Рис.2

Преобразуем данную схему посредством компенсирующей связи v_1 , чтобы получить $x_{n-1}^* = b_0 u$. С учетом равенства $x_{n-1} + v_1 x_n = x_{n-1}^*$ имитационная модель первого каскада примет вид (рис. 3).

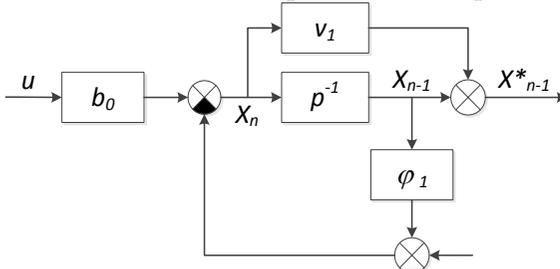


Рис. 3. Имитационная модель первого каскада с компенсацией выходного сигнала

Введем сигнал v_1 с условием, что $x_{n-1}^* = b_0 u$, в результате получим $v_1 = \frac{p + \varphi_1 - 1}{p}$. Это компенсирующее устройство является нелинейным изодромом с передаточной функцией $W_u(p) = \frac{K_u(T_u p + 1)}{p}$, где $K_u = \varphi_1 - 1$, $T_u = \frac{1}{\varphi_1 - 1}$. Так как каскад является нелинейным, то в изодромном устройстве эта нелинейность учтена в виде $\varphi_1 = \alpha_1 + k_1 x_{n-1} \text{sign}(x_{n-1})$.

Из полученной схемы каскада следует, что если в данную схему модели каскада ввести нелинейное изодромное компенсирующее устройство, входом которого будет сигнал x_n , а выход этого компенсирующего устройства просуммирован с выходом каскада. В результате получим сигнал равный входу $b_0 u$ теоретически без искажений, т.е. первый каскад модели объекта исключается из нее, а дифференциальное уравнение модели объекта понижается на единицу. При этом нелинейность исключается, а входом для второго каскада схемы будет тот же сигнал $b_0 u$. Нелинейность в каскаде учтена в виде $\alpha_i = \alpha_i^0 + K x_{n-1} \text{sign}(x_{n-1})$.

С последующими каскадами проводится та же процедура исключения его из модели. Дифференциальное уравнение модели объекта тем самым понижается еще на единицу. Если в каскаде присутствует нелинейность – она будет исключена.

Как и ранее в [2], можем рассмотреть отдельно схему первого каскада, но с учетом нелинейности. В результате получим структурную

схему (рис. 4). Сигнал компенсирующего устройства определен как в [2], но с учетом нелинейности в виде $\varphi_1 = \alpha_1 + k_1 x_{n-1} \text{sign}(x_{n-1})$.

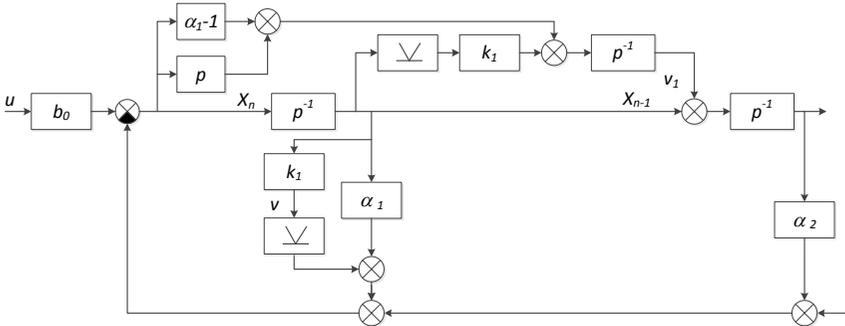


Рис. 4. Имитационная модель нелинейного 1-го каскада с нелинейной компенсацией

Следует отметить, что процедуру понижения порядка модели объекта не обязательно начинать с первого каскада. Т.е. понижать порядок модели можно исключением любого каскада.

В результате введения компенсирующих изодрозов в каждый каскад модели объекта она примет вид, представленный на рис. 5.

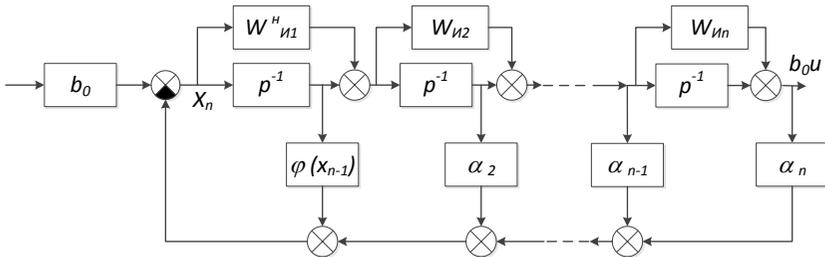


Рис. 5. Имитационная модель объекта управления с компенсацией в каждом каскаде

На рисунке W^H_{i1} – передаточная функция изодрома первого каскада (нелинейного), W_{in} – передаточная функция изодрозов последующих каскадов. При наличии нелинейности в каскаде параметры $W_{ui} = k_{ui} (T_{ui} p + 1) p^{-1}$ будут иметь вид $k_{ui} = \alpha_i (K x_{n-1} \text{sign} x_{n-1} + 1)$, $T_{ui} = (\alpha_i + K x_{n-1} \text{sign} x_{n-1}) - 1$.

Рассматривая подобную имитационную модель объекта управления необходимо иметь в виду, что при реализации системы управления он, как правило, охватывается обратной связью, а коэффициент α_n должен быть равен 0 (система управления будет с астатизмом 1-го порядка), если α_n и α_{n-1} равны нулю, то система управления будет с астатизмом второго порядка, если $\alpha_n=0$ и $W_{nn-2}=0$, но $\alpha_{n-1}\neq 0$, то объект будет описываться уравнением второго порядка, и иметь звенья апериодическое и интегрирующее.

Предлагаемая имитационная модель решает задачу понижения порядка дифференциального уравнения объекта управления и устранения нелинейности путем ее нейтрализации. Однако физическая реализация ее во многих случаях нереализуема, так как сигнал рассогласования каскадов не всегда можно измерить, невозможно провести и суммирование сигналов рассогласования и выходных сигналов каскадов, так как они могут быть механическими величинами как, например, в многомассовом объекте [5] или другой физической природы.

Для использования полученного результата для понижения порядка дифференциального уравнения объекта необходимо применить параллельное включение имитационной модели объекта (ее динамического повторителя) и пропустить сигнал рассогласования первого каскада через нелинейное компенсирующее изодромное устройство и через имитационную модель динамического повторителя с порядком, пониженным на 1, а выход его просуммировать с сигналом основной обратной связи системы управления. В результате этого система управления будет иметь объект, дифференциальное уравнение которого понижено на единицу, и не иметь нелинейности. Если требуется еще понизить порядок дифференциального уравнения, то необходимо сигнал рассогласования второго каскада пропустить через компенсирующее изодромное устройство и далее через имитационный динамический повторитель объекта, пониженный на 2 порядка, а выходной сигнал его также просуммировать с сигналом основной обратной связи системы управления. В результате этого система управления будет иметь объект, линейное дифференциальное уравнение которого понижено на два порядка. Эту схему понижения порядка дифференциального уравнения можно использовать и далее и дойти до дифференциального урав-

нения объекта второго порядка (или первого). Тогда система управления будет иметь линейный объект второго (или первого) порядка и синтез ее не представляет труда.

Для компактности представления имитационных моделей динамических повторителей изобразим их в виде (рис. 6).

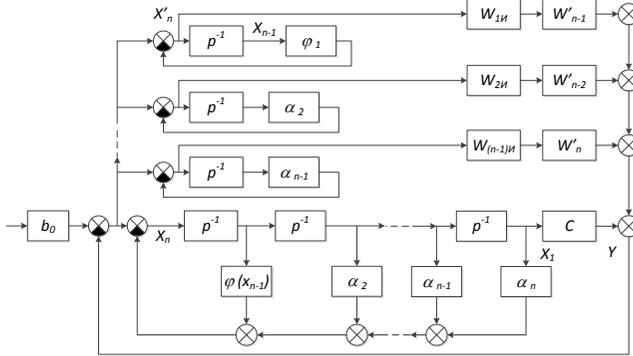


Рис. 6. Имитационная модель системы управления большой размерности с коррекцией динамическими повторителями

На рисунке: W'_n – передаточная функция компенсирующего изодомного устройства; W'_{n-1} – передаточная функция динамического повторителя объекта, порядок которой понижен на 1; W'_{n-2} – передаточная функция динамического повторителя объекта, пониженная на 2.

Если какой-то каскад имеет нелинейность, то и имитационная модель его динамического повторителя должна иметь ту же нелинейность.

Покажем, что этот подход действительно позволяет понижать порядок модели дифференциального уравнения передаточной функции объекта управления. С целью удобства модель объекта изобразим в виде передаточной функции W_n , где n – количество интеграторов в модели. Представим $W_n = W_{n-1} \cdot W_1$, где W_1 – передаточная функция первого каскада имитационной модели ($W_1 = \frac{1}{p-\alpha_1}$).

Имитационную модель динамического повторителя представим в виде $W'_{n-1} \cdot W''_{n-1}$, где W''_{n-1} – передаточная функция компенсирующего устройства нелинейного первого каскада, имеющего вид нелинейного изодрома. Представим эту имитационную модель объекта с имитационной моделью динамического повторителя,

обеспечивающего понижение порядка имитационной модели объекта на единицу. Она будет иметь вид, представленный на рис. 7.

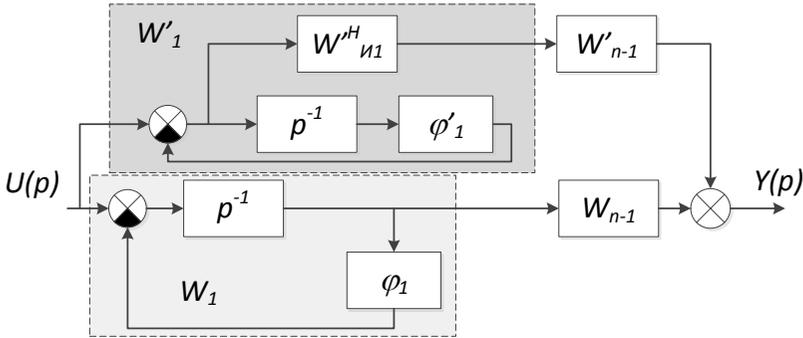


Рис. 7. Имитационная модель нелинейного объекта с коррекцией динамическим повторителем, обеспечивающая понижение порядка модели объекта на единицу и исключение нелинейности

Для представленной на рисунке 7 схемы, если принять, что $W_n \approx W_1 \cdot W_{n-1}$, а $W'_{n-1} \approx W_{n-1}$, то передаточная функция будет иметь вид

$$\frac{Y(p)}{U(p)} = (W'^H_{I1} W'_{n-1}) + (W_1 W_{n-1}).$$

Тогда получим $\frac{Y(p)}{U(p)} = W_{n-1}$, так как $W'^H_{I1} + W_1 = 1$.

Из этого следует, что порядок передаточной функции схемы, представленной рис. 7 действительно на единицу ниже порядка исходной передаточной функции объекта управления и в ней исключена нелинейность. Следовательно, и дифференциальное уравнение претерпит те же изменения.

Вводя динамический повторитель в схему, представленную на рис. 7, но с учетом того, что порядок дифференциального уравнения уже понижен на единицу, то произойдет понижение порядка еще на единицу, α , представленная на рис. 7. имитационной модели системы управления большой размерности с коррекцией дина-

мическими повторителями позволяет понизить порядок дифференциального уравнения объекта управления до необходимой величины и привести ее к линейному виду. Это позволит более удобно проводить ее синтез и последующую реализацию.

Заключение

Разработанный метод синтеза систем управления объектами специального назначения большой размерности основанный на структурной (в отличие от функциональной [6]) декомпозиции нелинейной модели объекта управления высокой размерности позволяет реализовать систему управления как линейную систему управления объекта первого или второго порядка, но при этом использовать параллельную модель имитационного динамического повторителя. При этом синтез системы управления упрощается и появляется возможность реализации системы управления с высоким коэффициентом усиления и заданным демпфированием.

Список литературы

1. Романова, И.К. Современные методы редукции и их применение к задачам анализа и синтеза систем управления / И.К. Романова – Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э.Баумана, спец. выпуск «Специальная робототехника», 2011, –С. 142-153.

2. Кутузов, В.К. Синтез систем большой размерности на основе структурной декомпозиции / В.К. Кутузов, С.В. Кутузов. – Сборник трудов «Гидропневмоавтоматика и гидропривод - 2015», КГТА им. В.А. Дегтярева, - Ковров, 2015. –С.164-172.

3. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления : линейные системы. Нелинейные системы. Импульс. системы. Цифровые и адаптив. системы. Критерии устойчивости. Случайные процессы / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов ; В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп.. – СПб. : Профессия, 2004. – 747 с. – (Специалист). – ISBN 5-93913-035-6.

4. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Том 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Учебник / Д. П. Ким. – Москва : Физматлит, 2007. – 440 с. – ISBN 978-5-9221-0858-4.

5. Кутузов, В.К. Синтез мехатронных регуляторов для управления много массовым объектом / В.К. Кутузов, С.В. Кутузов // Мехатроника, автоматизация, управления: Труды 1 Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. –М. Новые технологии, 2004. –С. 130-133.

6. Кутузов, В.К. Синтез многоконтурных систем управления / В.К. Кутузов, С.В. Кутузов // Вестник Рыбинского государственного технического университета им. П.А. Соловьева, 2014, №1 (28). – С. 71-76.

УДК 519.2

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЭКЗОСКЕЛЕТ

*Бакаев Н.В., Балунов А.В., Литвинченко М.С., студенты;
Карпенков А.С., канд. техн. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье рассматривается проектирование промышленного экзоскелета. Также охватывается концепция, дизайн и технические характеристики разрабатываемого экзоскелета,

Ключевые слова: экзоскелет, промышленность

В современных промышленных предприятиях существует несколько проблем, которые не способствуют выполнению различных задач, поставленных предприятием, связанных с подъемом тяжестей и распределением крупных вещей на складах и прочих помещениях в предприятии.

Основными проблемами являются проблемы, связанные со здоровьем человека, перегрузкой его опорно-двигательного аппа-

рата, связанная с подъемом и перемещением тяжестей, длительным пребыванием в определенной позе, частыми наклонами и поворотами в быстром темпе, вызывающая в перспективе профессиональные заболевания. Также проблемой является невозможность полной автоматизации погрузочно-разгрузочных работ в связи с экономической и технической нецелесообразностью и невозможность использования традиционных подъемно-транспортных средств в ограниченном пространстве. Одной из проблем также является высокий удельный вес рабочих мест с вредными и опасными условиями труда. На современных предприятиях для решения данных проблем применяются промышленные экзоскелеты, однако они не распространены широко, так как данное устройство прошло недостаточно испытаний и является дорогим для предприятия [1].

Основными целями для проектирования экзоскелета являются:

1. Компенсация нагрузок на опорно-двигательный аппарат путем перераспределения нагрузки на опорную поверхность.

2. Позволяет заменить сложные, дорогостоящие подъемно-транспортные средства более доступным устройством.

3. Предоставляет возможность свободного прохода через стандартные дверные проемы и перемещения по лестницам, обеспечивает устойчивость на неровных поверхностях.

4. Повышает культуру производства, безопасность условий труда, производительность труда и уменьшение рабочих мест с вредными и опасными условиями труда [2].

Каркас нашего экзоскелета будет основан на композитных материалах, а именно пластиковая основа со стекловолоконной обшивкой и скрепленная эпоксидной смолой. Основным силовым элементом станет электродвигатель с бесступенчатым вариатором, на основе гидростатического редуктора с возможностью изменения рабочего объема за счет переменного эксцентриситета лепесткового насоса.

Пластинчатый насос (шиберный) — роторный объемный насос, вытеснителями в котором являются две и более пластин (шиберов).

Достоинства

- Низкая пульсация подачи (для насосов) и расхода (для гидромотора);

- Низкий уровень шума (в сравнении с редукторными приводами);
 - Возможность реализовать регулируемость рабочего объёма;
- Недостатки
- Низкая ремонтпригодность
 - Залипание шиберов при низких температурах
 - Все же достаточно высокий уровень шума при работе
- Планируется использование бесщеточного двигателя постоянного тока.

Модель: A12. Данный двигатель обладает рядом преимуществ, за счёт которых, возможно реализовать работу экзоскелета. Данный двигатель легкий в использовании, а также легко доступен для использования и приобретения. Размеры и модель двигателя представлены на рис. 1.



Рис. 1. Бесщеточный двигатель постоянного тока

Привод был разработан Московским государственным университетом приборостроения и информатики специально для экзоскелетов. Данный привод был выбран из-за своих преимуществ по сравнению с другими видами приводов, ведь он обладает низким весом, малым размером и при этом имеет хорошую грузоподъемность и энергоэффективность, оставляя возможность рекуперации энергии, чем привод на основе гидроцилиндров похвастаться не

сможет, схема представлена на рис.2. Также он самодостаточен и не требует подключения масло-магистралей, к нему необходимо подключить только питание для электромотора. Это позволит сделать экзоскелет модульным и использовать различные его части по отдельности [5].

Также помимо электропривода наш экзоскелет будет иметь и пассивные элементы, например пружинные натяжители для разгибания коленного сустава, что поможет человеку в поднятии груза и снизит нагрузку на электропривод, они будут иметь некоторый свободный ход, чтобы не препятствовать хождению. Помимо этого, он будет оборудован резиновыми стропами в спинном отделении, помогая человеку разгибаться, что положительно скажется на его здоровье, снизив нагрузку на наиболее травмоопасном этапе поднятия груза – отрыве от земли.

Основным источником питания нашего экзоскелета станут сборки из литий-ионных аккумуляторных батарей типа 18650. Их соотношение номинальной емкости к массогабаритным характеристикам имеет преимущество по отношению к другим видам источников энергии, также данные аккумуляторы имеют необходимую токоотдачу и могут быть распределены на каждую отдельную конечность, что положительно скажется на модульности нашего экзоскелета.

Управлять всем будет оператор экзоскелета, используя встроенные в каркас кнопки, которые будут срабатывать от усилия, приложенного оператором, следуя за его движениями.

Рекуперация будет осуществляться путем перекачки рабочей жидкости через насос под действием перепада давления в полостях насоса. Регулироваться скорость перемещения сустава под действием внешних сил при рекуперации будет за счет нагрузки на электромотор, который работает в режиме генератора. Если требуется быстро опустить груз, то увеличивается нагрузка на генератор, что увеличивает момент на валу и приводит к изменению эксцентриситета в большую сторону [3].

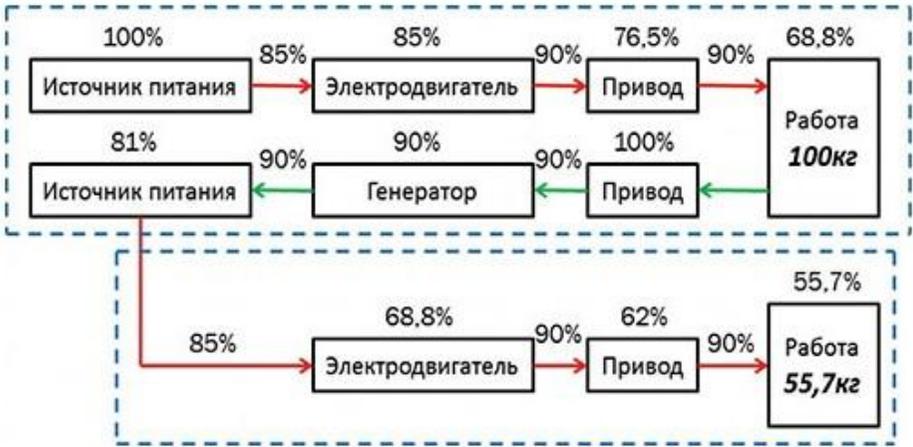


Рис. 2. Схема рекуперации

Костюм будет управляться за счет датчиков электромиограммы (ЭМГ), с их помощью будут сниматься сигналы напрямую с мышц человека и отправляться в контроллер. Таким образом костюм будет максимально подражать действиям оператора и не будет вызывать дискомфорта и чувства скованности. «Сердцем» системы управления будет являться контроллер STM-32 [4]. Таблица характеристик представлена в таблице 1. Схема системы представлена на рис. 3.

Таблица 1

	Цена, за 1шт. (promelec.ru)	Разрядность	Тактовая частота	Flash	SRAM	GPIO	Таймеры	ШИМ	DMA	Разрядность АЦП	Потребление (в STOP-режиме)
STM32F030K6T6	77,56р.	32 бит	48МГц	32Кб	32К	26	5 шт. (16 бит)	10	V	12 бит	5,3 мА
ATMEGA328P	110,98р.	8 бит	20МГц	32Кб	16К	23	2шт. (8 бит), 1шт. (16 бит)	6	X	10 бит	7 мА (5V) 4 мА (3V)

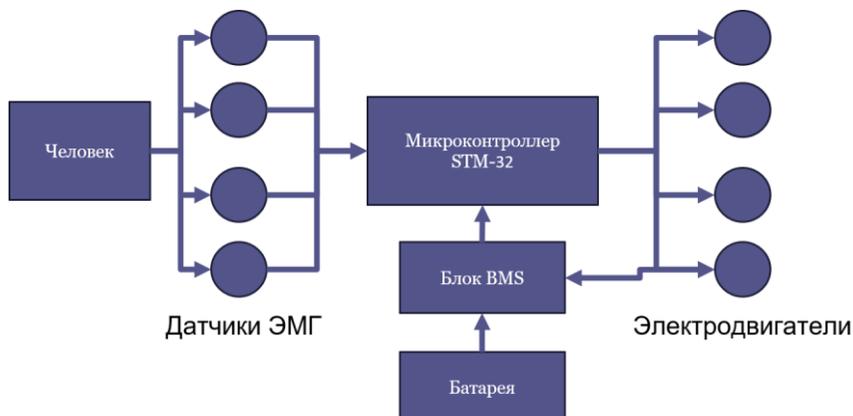


Рис. 3. Схема системы управления

Список литературы

1. Exoskeletons: Contribution to Occupational Health and Safety (www.mdpi.com) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2306-5354/10/9/1039>
2. Институт статистических исследований и экономики знаний (issek.hse.ru) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://issek.hse.ru/>
3. Wearable Robotics: Challenges and Trends (ris.utwente.nl) www.mdpi.com) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/276413387/978_3_030_69547_7
4. Pons, J. L. Wearable Robotics: Systems and Applications.- М.: Elsevier, 2017 - 73 с.
5. Московский государственный университет приборостроения и информатики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mirprom.com/public/privod-dlya-robota-i-ekzoskeleta.html>

УДК 629.7.062.2

**ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ
КОМПОНЕНТОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ
СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ
КРЫЛА САМОЛЁТА**

*Логинов П.А., аспирант,
Алексеевков А.С., канд. техн. наук*

*ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»*

Аннотация. В статье рассматривается математическое описание механических компонентов системы перемещения механизации крыла (СПМК) самолёта, таких как валы, опоры, шарниры и редукторы разных типов. Целью математического моделирования является исследование функционирования агрегатов (СПМК) в эксплуатационном диапазоне рабочих температур, а также выявление особенностей компонентов, влияющих на ресурс агрегатов, и, как следствие, определяющих массогабаритные характеристики компонентов. Для достижения цели составлена структура универсальной модели СПМК, применимой к типовым конфигурациям агрегатов системы, определены основные характеристики механических компонентов, участвующих в расчёте математической модели, получена система уравнений, отражающая динамику физических процессов, происходящих в системе перемещения механизации крыла и агрегатах и построена математическая модель.

Ключевые слова: математическая модель, система перемещения механизации крыла, механическая трансмиссия.

Обозначения и сокращения

ГМ	Гидромотор
ЗК	Закрылки крыла
КПД	Коэффициент полезного действия
КР	Конический редуктор
МУП	Модуль управления приводами
ОМ	Ограничитель момента
ОП	Опора промежуточная
ПК	Предкрылки крыла
ПР	Планетарный редуктор
ПТ	Противооборотный тормоз
СГП	Силовой гидравлический привод
СПЗК	Система перемещения закрылков крыла
СПМК	Система перемещения механизации крыла
СППК	Система перемещения предкрылков крыла
Т	Т-редуктор
УР	Угловой редуктор
УШ	Универсальный шарнир
ЭБМК	Электронный блок механизации крыла
ЭГУ	Электрогидравлический усилитель

Введение

Анализ литературы и существующих патентов демонстрирует, что уменьшение массогабаритных показателей агрегатов систем является основным направлением в развитии систем перемещения механизации крыла (СПМК) самолётов. Массогабаритные показатели, в свою очередь, связаны с многомассовым механизмом – трансмиссией. На массогабаритные показатели и на конструкцию агрегатов влияют характеристики агрегатов такие, как передаточное отношение, максимальная скорость, максимальный момент и эксплуатационный момент.

Принцип действия СПМК типового магистрального пассажирского самолёта основан на следующем: перемещение секций предкрылков (ПК) и закрылков (ЗК) осуществляется механической трансмиссией, приводимой в движение силовым приводом (гидравлическим или электромеханическим) вращательного действия. Силовой привод является двухканальным. В случае применения гидравлического привода (СПП), резервируются гидравлические системы, питающие агрегат. Управление каждым каналом осуществляется отдельным электронным блоком механизации крыла (ЭБМК), получающим сигналы управления от соответствующих вычислителей. Для контроля асимметрии перемещения валов на концах трансмиссии расположены датчики асимметрии, а для торможения трансмиссии, в случае её рассоединения, используются тормоза. Для преобразования вращения вала трансмиссии в перемещение поверхностей используются, как правило, планетарные редукторы, приводящие в движение механизмы выпуска/уборки (пары рейка/шестерня). Для изменения пространственного направления оси вала трансмиссии используются угловые редукторы.

Основным недостатком такой архитектуры является значительная масса всей системы. Этот недостаток частично устранён в [1] путём установки ограничителя момента по трансмиссии, что позволяет уменьшить требования по максимальному моменту к агрегатам. В случае применения электромеханического привода вместо гидравлического уменьшение массы достигается за счёт исключения централизованного гидравлического питания и распределительной гидроаппаратуры, но, тем не менее, для всех рас-

смотренных выше систем существует общая проблема – изменения в структуре системы приводят лишь к уменьшению максимального момента исполнительных механизмов трансмиссии, но не эксплуатационного момента, который оказывает влияние на ресурсные характеристики агрегатов, что также определяет массогабаритные показатели редукторов и исполнительного привода.

Для решения этой проблемы возможен расчёт требований по нагрузке к каждому агрегату трансмиссии в отдельности на основании внешних эксплуатационных и максимальных нагрузок для системы в целом, а также на основании характеристик каждого агрегата трансмиссии, таких как передаточное отношение, жёсткость, момент инерции, трение по положению, трение по скорости, люфт.

Формирование математического описания и разработка математических моделей компонентов трансмиссии

При составлении математического описания был принят ряд допущений, а именно:

- от модели силового гидравлического привода используется только положение выходного вала;
- дифференциальный редуктор СГП является частью привода и его внутренние характеристики не анализируются при получении характеристик трансмиссии, за исключением передаточного отношения;
- ограничитель момента рассматривается как механический редуктор с передаточным отношением равным 1, с учётом трения страгивания и трения по скорости, без анализа внутренних характеристик и таких параметров, как верхний и нижний пороги затормаживания, динамика торможения и расторможения;
- противооборочный тормоз анализируется как механический редуктор с передаточным отношением равным 1, с учётом трения страгивания и трения по скорости, без анализа внутренних характеристик и таких параметров, как верхний и нижний пороги затормаживания, динамика торможения и расторможения;
- датчики, расположенные на выходах трансмиссии, принимаются такими, что не оказывают влияния на динамические и статические характеристики трансмиссии;

- внешняя нагрузка, приводимая к выходным валам планетарных редукторов, анализируется как зависимость от положения вала планетарного редуктора без учёта инерции нагрузки;
- планетарные редукторы анализируются как конические редукторы без учёта внутренних передач, которые учтены в обобщенных для соответствующих планетарных редукторов параметрах жёсткости, инерции, трения и передаточного отношения;
- ограничители момента планетарных редукторов не анализируются на данном этапе и принимаются, как не оказывающие влияния на динамические и статические характеристики трансмиссии;
- описание формируется для трансмиссии на одной консоли крыла. Трансмиссия на второй консоли крыла принимается аналогичной.

Общая структурная схема анализируемой трансмиссии показана на рисунке 2.

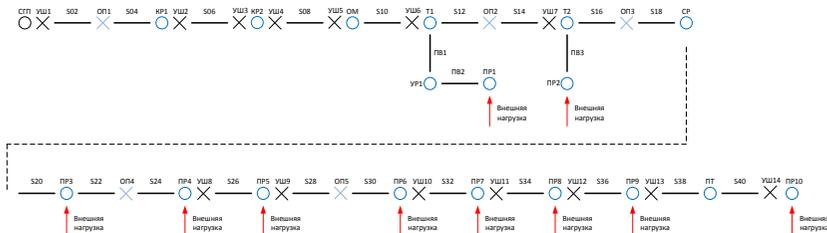


Рис. 2. Топология компонентов трансмиссии

С учётом допущений, указанных выше, трансмиссия описывается следующей системой уравнений в соответствии с [3]. Для примера приведены уравнения для компонентов УШ1, S02, ОП1, КР1, ПР1, для остальных агрегатов трансмиссии уравнения будут аналогичны:

$$M_{УШ1} = c_{УШ1} \cdot (\varphi_{СРП} - \varphi_{УШ1}) \quad (1)$$

$$M_{УШ1} = J_{УШ1} \cdot \frac{d^2 \varphi_{УШ1}}{dt^2} + M_{S02} \cdot \frac{1}{q_{УШ1} \cdot \eta_{УШ1}} \quad (2)$$

$$M_{S02} = c_{S02} \cdot \left(\frac{\varphi_{УШ1}}{q_{S02}} - \varphi_{S02} \right) \quad (3)$$

$$M_{S02} = J_{S02} \cdot \frac{d^2 \varphi_{S02}}{dt^2} + M_{ОП1} \cdot \frac{1}{q_{S02} \cdot \eta_{S02}} \quad (4)$$

$$M_{ОП1} = c_{ОП1} \cdot \left(\frac{\varphi_{S02}}{q_{ОП1}} - \varphi_{ОП1} \right) \quad (5)$$

$$M_{ОП1} = J_{ОП1} \cdot \frac{d^2 \varphi_{ОП1}}{dt^2} + D_{ОП1} \cdot \frac{d\varphi_{ОП1}}{dt} + M_{трен.ОП1} + M_{S04} \cdot \frac{1}{q_{ОП1} \cdot \eta_{ОП1}} \quad (6)$$

$$M_{трен.ОП1} = \begin{cases} M_{трен.ОП1}, & \text{если } \dot{\varphi}_{ОП1} \leq 0,01 \text{ рад/с} \\ 0, & \text{если } \dot{\varphi}_{ОП1} > 0,01 \text{ рад/с} \end{cases} \quad (7)$$

$$M_{S04} = c_{S04} \cdot \left(\frac{\varphi_{ОП1}}{q_{S04}} - \varphi_{S04} \right) \quad (8)$$

$$M_{S04} = J_{S04} \cdot \frac{d^2 \varphi_{S04}}{dt^2} + M_{КР1} \cdot \frac{1}{q_{S04} \cdot \eta_{S04}} \quad (9)$$

$$M_{КР1} = c_{КР1} \cdot \left(\frac{\varphi_{S04}}{q_{КР1}} - \varphi_{КР1} \right) \quad (10)$$

$$M_{КР1} = J_{КР1} \cdot \frac{d^2 \varphi_{КР1}}{dt^2} + D_{КР1} \cdot \frac{d\varphi_{КР1}}{dt} + M_{трен.КР1} + M_{УШ2} \cdot \frac{1}{q_{КР1} \cdot \eta_{КР1}} \quad (11)$$

$$M_{трен.КР1} = \begin{cases} M_{трен.КР1}, & \text{если } \dot{\varphi}_{КР1} \leq 0,01 \text{ рад/с} \\ 0, & \text{если } \dot{\varphi}_{КР1} > 0,01 \text{ рад/с} \end{cases} \quad (12)$$

$$M_{ПР1} = c_{ПР1} \cdot \left(\frac{\varphi_{ПВ2}}{q_{ПР1}} - \varphi_{ПР1.ВХ} \right) \quad (13)$$

$$M_{ПР1} = J_{ПР1} \cdot \frac{d^2 \varphi_{ПР1}}{dt^2} + D_{ПР1} \cdot \frac{d\varphi_{ПР1.ВХ}}{dt} + M_{трен.ПР1} + M_{внеш.ПР1} \cdot \frac{1}{q_{ПР1} \cdot \eta_{ПР1}} \quad (14)$$

$$M_{трен.ПР1} = \begin{cases} M_{трен.ПР1}, & \text{если } \dot{\varphi}_{ПР1.ВЫХ} \leq 0,01 \text{ рад/с} \\ 0, & \text{если } \dot{\varphi}_{ПР1.ВЫХ} > 0,01 \text{ рад/с} \end{cases} \quad (15)$$

Описание каждого параметра, используемого в математических уравнениях, приведено ниже в таблице 1.

Перечень параметров

Компонент трансмиссии СППК	Обозначение параметра	Наименование параметра	Единица измерения
Универсальный шарнир 1	$c_{уш1}$	Жесткость передачи между входом и выходом компонента	Н·м/рад
	$\varphi_{уш1}$	Угол поворота выходного вала	град
	$M_{уш1}$	Момент, создаваемый на выходном валу	Н·м
	$q_{уш1}$	Передаточное отношение между входом и выходом компонента	-
	$J_{уш1}$	Момент инерции	кг·м ²
	$\eta_{уш1}$	КПД передачи между входом и выходом компонента	-
Опора промежуточная 1	$c_{оп1}$	Жесткость передачи между входом и выходом компонента	Н·м/рад
	$\varphi_{оп1}$	Угол поворота выходного вала	град
	$M_{оп1}$	Момент, создаваемый на выходном валу	Н·м
	$M_{тр.оп1}$	Момент трения по коя, создаваемый при статическом положении выходного вала	Н·м

Компонент трансмиссии СППК	Обозначение параметра	Наименование параметра	Единица измерения
	D_{OP1}	Коэффициент вязкого трения, создаваемый при движении выходного вала	Н·м·с/рад
	q_{OP1}	Передаточное отношение между входом и выходом компонента	-
	J_{OP1}	Момент инерции	кг·м ²
	η_{OP1}	КПД передачи между входом и выходом компонента	-
Вал S02	c_{S02}	Жесткость передачи между входом и выходом компонента	Н·м/рад
	φ_{S02}	Угол поворота выходного вала	град
	M_{S02}	Момент, создаваемый на валу	Н·м
	q_{S02}	Передаточное отношение между входом и выходом компонента	-
	J_{S02}	Момент инерции	кг·м ²
	η_{S02}	КПД передачи между входом и выходом компонента	-
Конический редуктор 1	c_{KP1}	Жесткость передачи между входом и выходом компонента	Н·м/рад
	φ_{KP1}	Угол поворота выходного вала	град

Компонент трансмиссии СППК	Обозначение параметра	Наименование параметра	Единица измерения
	M_{KP1}	Момент, создаваемый на выходном валу	Н·м
	$M_{тр.н.КР1}$	Момент трения по- коя, создаваемый при статическом положении выходного вала	Н·м
	$D_{КР1}$	Коэффициент вязкого трения, создаваемый при движении выходного вала	Н·м·с/рад
	$q_{КР1}$	Передаточное отношение между входом и выходом компонента	-
	$J_{КР1}$	Момент инерции	кг·м ²
	$\eta_{КР1}$	КПД передачи между входом и выходом компонента	-
Планетарный редуктор 1	$c_{ПР1}$	Жесткость передачи между входом и выходом компонента	Н·м/рад
	$\varphi_{ПР1.в.ых}$	Угол поворота выходного вала	град
	$\varphi_{ПР1.в.х}$	Угол поворота вала на входе	град
	$M_{ПР1}$	Момент, создаваемый на выходном валу	Н·м
	$M_{тр.н.ПР1}$	Момент трения по- коя, создаваемый при статическом	Н·м

Компонент трансмиссии СППК	Обозначение параметра	Наименование параметра	Единица измерения
		положении выходного вала	
	$D_{\text{ПР1}}$	Коэффициент вязкого трения, создаваемый при движении выходного вала	Н·м·с/рад
	$\square_{\text{ПР1}}$	Передаточное отношение между входом и выходом компонента	-
	$\square_{\text{ПР1}}$	Момент инерции	кг·м ²
	$\square_{\text{ПР1}}$	КПД передачи между входом и выходом компонента	-

На основании имеющихся математических уравнений, сформирован принцип моделирования в *MatlabSimulink*, заключающийся в том, что при анализе компонентов, для которых параметрами трения (вязкого и сухого) можно пренебречь, формируется следующая структура модели компонентов:

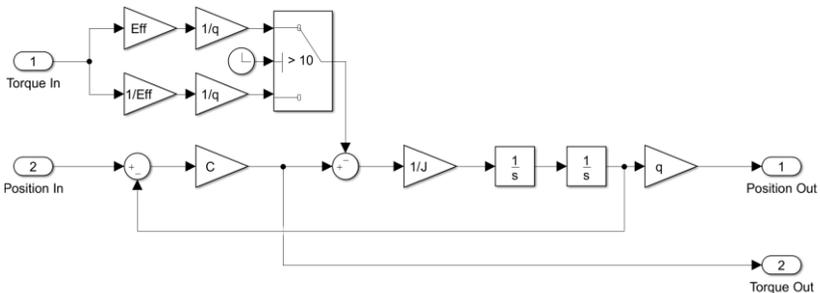


Рис. 3. Моделирование механического компонента без учёта трения

Полученная структура имеет следующие особенности:

- момент нагрузки не меняет свой знак во всём диапазоне перемещения трансмиссии, соответственно, при выпуске трансмиссии нагрузка будет иметь знак, противоположный создаваемому моменту, а при уборке трансмиссии знаки нагрузки и момента от силового гидравлического привода будут совпадать. Как итог, нагрузка будет принимать как противодействующий характер, так и помогающий;
- для учёта противодействующей нагрузки, внешний момент, приводящийся к компоненту, будет разделён на значение КПД, что увеличит значение внешнего момента, передаваемого от компонента к компоненту трансмиссии, и потребует приложения **большого** момента от силового гидравлического привода;
- для учёта помогающей нагрузки, внешний момент, приводящийся к компоненту, будет умножен на значение КПД, что уменьшит значение внешнего момента, передаваемого от компонента к компоненту трансмиссии, и потребует приложения **меньшего** момента от силового гидравлического привода. Для имитации этого эффекта используется блок переключения «*Switch*», изменяющий расчёт на соответствующий описанному выше во время, указанное пользователем модели *Simulink*;
- передаточное отношение имитируется пропорциональным коэффициентом и во внутреннем контуре компонента не учитывается.

В структуре, показанной на рисунке 2, используются параметры, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Обозначение параметров модели компонента без учёта трения

Наименование	Описание
C	Жесткость передачи от входа к выходу компонента
J	Момент инерции компонента
q	Передаточное отношение между входом и выходом компонента
Eff	КПД передачи компонента

Моделирование следующих компонентов трансмиссии (рис. 2) анализируется по принципу, указанному выше:

- универсальные шарниры 1-13;
- валы S02-S40;
- подводящие валы;
- проходные валы редукторов;
- входные ступени планетарных редукторов 1-10.

При анализе компонентов, для которых параметрами трения (вязкого и сухого) нельзя пренебречь, формируется структура модели, показанная на рисунке 3.

В структуре, представленной на рисунке 3, используются параметры, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Обозначение параметров модели компонента с учётом трения

Наименование	Описание
C	Жесткость передачи от входа к выходу компонента
J	Момент инерции компонента
q	Передачное отношение между входом и выходом компонента
Eff	КПД передачи компонента
$D_Dynamic$	Коэффициент вязкого трения
D_Static	Коэффициент сухого трения

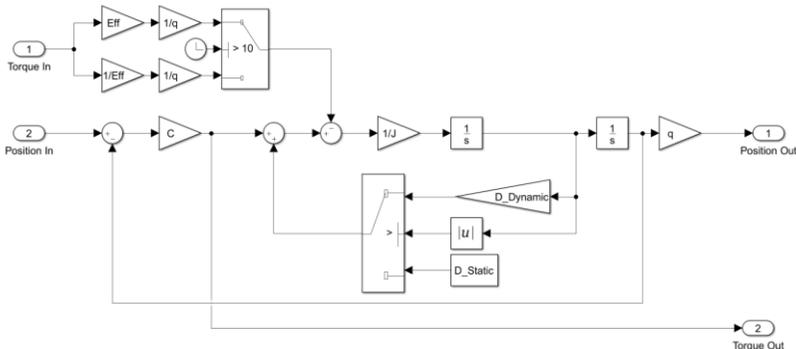


Рис. 4. Моделирование механического компонента с учётом трения

Показанная на рисунке 3 структура математической модели, помимо особенностей, представленных выше, позволяет учитывать сухое трение путём прибавления значения момента сухого трения к моменту внешней нагрузки в начале движения, когда скорость близка к нулевой. При возрастании скорости с помощью блока «Switch» значение сухого трения переключается на значение скорости, умноженное на коэффициент вязкого трения. Передаточное отношение имитируется пропорциональным коэффициентом и во внутреннем контуре компонента не учитывается.

Представленный выше принцип реализуется при моделировании следующих компонентов трансмиссии (см. рис. 1):

- конические редукторы 1 и 2;
- угловой редуктор 1;
- Т-редукторы 1 и 2;
- согласующий редуктор;
- ограничитель момента;
- противоуборочный тормоз;
- опоры промежуточные 1-5;
- силовые ступени планетарных редукторов 1-10.

Для моделирования проходных валов и корректного учёта передачи момента, происходящего «параллельно» с различных ступеней, сформирована следующая структура компонента, представленная на рисунке 4.

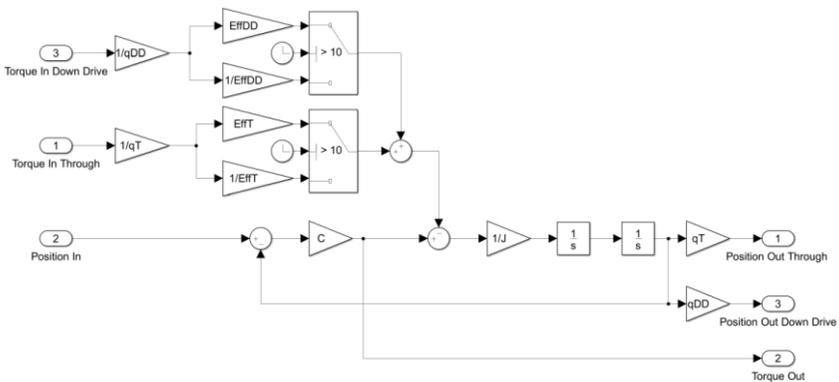


Рис. 5. Структура компонента с проходным валом

В структуре, показанной на рисунке 4, используются параметры, представленные в таблице 4. Значения параметров определяются для каждого компонента отдельно.

Таблица 4

Обозначение параметров модели компонента
с проходным валом

Наименование	Описание
C	Жесткость передачи от входа к выходу компонента
J	Момент инерции компонента
qT	Передаточное отношение между входом и выходом компонента
qDD	Передаточное отношение между входом и выходом компонента (к подводющему валу/планетарному редуктору)
EffT	КПД передачи компонента вход-проходной вал
EffDD	КПД передачи компонента вход-подводящий вал/планетарный редуктор

Структура компонента с проходным валом обладает всеми особенностями структуры компонента без учета трения (рис. 3), кроме того, момент нагрузки суммируется «параллельно» с различных входов, а передаточное отношение учитывается для различных передач.

Представленный выше принцип реализуется при моделировании следующих компонентов трансмиссии (см. рис. 1)::

- проходные валы T-редукторов 1 и 2;
- проходные валы планетарных редукторов 3-10.

При анализе планетарных редукторов с проходными валами, для которых параметрами трения (вязкого и сухого) нельзя пренебречь, формируется структура модели компонентов, показанная на рис. 5. Здесь планетарный редуктор разделяется на 3 блока: проходной вал, входная ступень и силовая ступень. Для каждого блока известны значения жесткости, инерции, передаточное отношение, КПД, трение (для силовой ступени). Разделение необходимо для корректной имитации передачи нагрузки через планетарный редук-

тор без моделирования внутренних ступеней. Данная структура используется для планетарных редукторов 3-10 (см. рис.1).

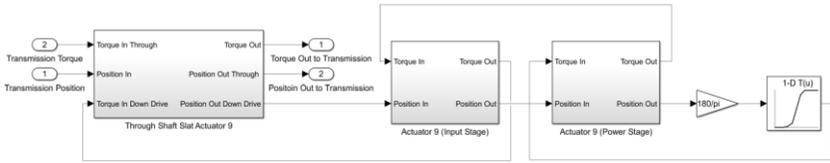


Рис. 6. Принцип моделирования планетарных редукторов

При формировании модели нагрузки на выходные валы планетарного редуктора дополнительно к формальному описанию внутренней архитектуры компонентов трансмиссии, добавляется табличное описание момента нагрузки, приводимого к выходным валам планетарных редукторов 1 и 2 (см. Таблица 5), а также 3-10 (см. Таблица 6)

Таблица 5 –

Внешняя нагрузка приводов 1 и 2

Положение, град	Привод 1, Нм	Привод 2, Нм
0	375	294
406	225	190
475,59	141	149

Таблица 6 –

Внешняя нагрузка приводов 3-10

Положение, град	ПР. 3, Нм	ПР. 4, Нм	ПР. 5, Нм	ПР.6, Нм	ПР. 7, Нм	ПР. 8, Нм	ПР. 9, Нм	ПР. 10, Нм
0	267	208	223	152	164	118	107	71
411,43	220	200	200	170	150	130	95	72
482,13	156	145	161	131	130	115	66	50

В связи с этим определяются следующие математические уравнения для моментов нагрузки на выходные валы планетарных редукторов:

$$M_{\text{внеш.ПР1}} = \begin{cases} 375 - \frac{150 \cdot \varphi_{\text{ПР1.ВЫХ}}}{405,92}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР1.ВЫХ}} < 406 \\ 225 - \frac{84 \cdot (\varphi_{\text{ПР1.ВЫХ}} - 406)}{69,67}, & \text{если } 406 \leq \varphi_{\text{ПР1.ВЫХ}} \leq 475,59 \end{cases} \quad (16)$$

$$M_{\text{внеш.ПР2}} = \begin{cases} 294 - \frac{104 \cdot \varphi_{\text{ПР2.ВЫХ}}}{406}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР2.ВЫХ}} < 406 \\ 190 - \frac{41 \cdot (\varphi_{\text{ПР1.ВЫХ}} - 406)}{69,67}, & \text{если } 406 \leq \varphi_{\text{ПР2.ВЫХ}} \leq 475,59 \end{cases} \quad (17)$$

$$M_{\text{внеш.ПР3}} = \begin{cases} 267 - \frac{47 \cdot \varphi_{\text{ПР3}}}{411,43}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР3}} < 411,43 \\ 220 - \frac{64 \cdot (\varphi_{\text{ПР3}} - 406)}{70,7}, & \text{если } 411,43 \leq \varphi_{\text{ПР3}} \leq 482,13 \end{cases} \quad (18)$$

$$M_{\text{внеш.ПР4}} = \begin{cases} 208 - \frac{8 \cdot \varphi_{\text{ПР4}}}{411,43}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР4}} < 406 \\ 200 - \frac{55 \cdot (\varphi_{\text{ПР4}} - 406)}{70,7}, & \text{если } 411,43 \leq \varphi_{\text{ПР4}} \leq 482,13 \end{cases} \quad (19)$$

$$M_{\text{внеш.ПР5}} = \begin{cases} 223 - \frac{23 \cdot \varphi_{\text{ПР5}}}{411,43}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР5}} < 405,92 \\ 200 - \frac{39 \cdot (\varphi_{\text{ПР5}} - 405,92)}{70,7}, & \text{если } 411,43 \leq \varphi_{\text{ПР5}} \leq 482,13 \end{cases} \quad (20)$$

$$M_{\text{внеш.ПР6}} = \begin{cases} 152 + \frac{18 \cdot \varphi_{\text{ПР6}}}{411,43}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР6}} < 406 \\ 220 - \frac{39 \cdot (\varphi_{\text{ПР6}} - 406)}{70,7}, & \text{если } 411,43 \leq \varphi_{\text{ПР6}} \leq 482,13 \end{cases} \quad (21)$$

$$M_{\text{внеш.ПР7}} = \begin{cases} 164 - \frac{14 \cdot \varphi_{\text{ПР7}}}{411,43}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР7}} < 406 \\ 150 - \frac{20 \cdot (\varphi_{\text{ПР7}} - 406)}{70,7}, & \text{если } 411,43 \leq \varphi_{\text{ПР7}} \leq 482,13 \end{cases} \quad (22)$$

$$M_{\text{внеш.ПР8}} = \begin{cases} 118 + \frac{12 \cdot \varphi_{\text{ПР8}}}{411,43}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР8}} < 406 \\ 130 - \frac{15 \cdot (\varphi_{\text{ПР8}} - 406)}{70,7}, & \text{если } 411,43 \leq \varphi_{\text{ПР8}} < 482,13 \end{cases} \quad (23)$$

$$M_{\text{внеш.ПР9}} = \begin{cases} 107 - \frac{12 \cdot \varphi_{\text{ПР9}}}{411,43}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР9}} < 406 \\ 95 - \frac{29 \cdot (\varphi_{\text{ПР9}} - 406)}{70,7}, & \text{если } 411,43 \leq \varphi_{\text{ПР9}} < 482,13 \end{cases} \quad (24)$$

$$M_{\text{внеш.ПР10}} = \begin{cases} 71 + \frac{1 \cdot \varphi_{\text{ПР10}}}{411,43}, & \text{если } 0 \leq \varphi_{\text{ПР10}} < 406 \\ 72 - \frac{22 \cdot (\varphi_{\text{ПР10}} - 406)}{70,7}, & \text{если } 411,43 \leq \varphi_{\text{ПР10}} < 482,13 \end{cases} \quad (25)$$

Заключение

Сформировано математическое описание компонентов системы перемещения механизации крыла и разработана математическая модель СПМК типового магистрального самолёта, учитывающая основные механические характеристики входящих в её состав компонентов. На основании математической модели возможно сформировать требования к агрегатам системы перемещения механизации крыла и, основное, к силовому приводу, при известных значениях внешних нагрузок, приходящихся на компоненты трансмиссии.

Список литературы

1. Система управления механизацией крыла, 1820595, С, RU, 4803271/22, 30.01.90, 20.01.96 Бюл. №2, 9 с.
2. Способ ограничения силовой нагрузки в приводных системах для систем увеличения подъёмной силы летательных аппаратов, 2360844, С2, DE, 2006115480/11, 12.11.2004, 10.07.2009 Бюл. №19, 14 с.
3. Терсков В.Г., Романцов В.А. Динамические свойства и кинематические погрешности исполнительных механизмов при расчете и проектировании следящих систем, МАИ, г.Москва, 1976, 130 с.

УДК 620.165.79

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТАНОВКИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТВЕРДОСТИ МАТЕРИАЛА

Брындин Д.И., Матвеев С.В., студенты

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Прибор для измерения твердости материалов по диаграмме вдавливания ПИТМ-ДВ-02 (рис. 1), в дальнейшем ~ прибор, предназначен для оперативного макромеханического испытания черных и цветных металлов и сплавов с целью определения твердости по шкале Бринелля (НВ). Измерения могут проводиться как на небольших образцах, так и непосредственно на изделиях [1].

Принцип работы прибора основан на регистрации в реальном масштабе времени процесса упругопластического контактного деформирования материала в виде диаграмм в координатах нагрузка-перемещение, нагрузка-время и перемещение-время при непрерывном вдавливании сферического индентора.

Конструктивно прибор состоит из испытательной головки, лабораторного двухколонного стола, электронного блока и персонального компьютера IBM PC.

Управление прибором и обработку получаемой от датчиков информации осуществляет ЭВМ типа IBM PC. Для наблюдения за ходом испытания и возможности регулирования этого процесса на экран дисплея выводится рабочее окно программы, где представлены основные режимы работы прибора в виде главного меню. Там же находятся кнопки управления двигателем, панель настройки параметров аппаратной части. Прибор имеет следующие режимы работ: ФАЙЛ, ИЗМЕРЕНИЕ, СМОТРЕТЬ, КАЛИБРОВКА, ОБРАБОТКА.



Рис. 1 Внешний вид прибора ПИТМ-ДВ-0

Основные технические характеристики

Диапазон измерения твердости по шкале Бринелля от 8 до 450 НВ [2].

Предел допустимой относительной погрешности измерения твердости при поверке прибора по образцовым мерам твердости 2-го разряда по ГОСТ 9031-75 с номинальными значениями твердости НВ (100 ± 25), (200 ± 50) и (400 ± 50) — не более $\pm 5\%$.

Габаритные размеры составных частей прибора не более, мм:

испытательная головка	170x200x400;
электронный блок	240*260* 13 5;
лабораторный двухколонный стол	410*200*335.

Масса составных частей прибора не более, кг:

испытательная головка	11,5;
электронный блок	4;
лабораторный двухколонный стол	12.

Время одного цикла испытания не более 2-5

минут.

Предельные значения относительной погрешности измерения испытательной нагрузки — не более $\pm 1\%$.

Рабочий ход испытательной головки не более ± 20 мм относительно среднего положения траверсы внутри корпуса головки.

Расстояние от испытательного наконечника до рабочей поверхности лабораторного стола регулируется от 0 до 170 мм.

Скорость приложения нагрузки — от 10 до 150 Н/с.

Диапазон измерения перемещения индентора от 0 до 1250 мкм.

Предельные значения погрешности измерения перемещения — не более $\pm 0,5$ мкм.

Индентор - стальной шарик по ГОСТ 3722-81 с шероховатостью поверхности Ra не более 0,04 мкм и диаметром $(2,5 \pm 0,0025)$ мм

Шероховатость контролируемой поверхности не более Rz 40.

Прибор сохраняет свои технические характеристики при непрерывной работе в течение 36 часов.

Питание прибора от сети переменного тока (220 ± 10) В.

Потребляемая мощность прибора — не более 300 Ватт

Надежность прибора.

Показатели надежности прибора должны соответствовать следующим значениям: средняя наработка на отказ при количестве измерений не менее 10000 раз должна быть не менее 5000 часов;

средний срок службы - не менее 5;

вероятность безотказной работы за 1000 ч - не менее 0.97;

коэффициент технического использования - не менее 0.96;

Из-за особенности работы файлов MS DOS, на которых работает приложение, возникли проблемы с нечитабельности всех надписей.

Программное обеспечение данного прибора совместимо с ОС Windows 98, что в современных условиях не позволяет в полной мере обеспечить передачу полученной информации по сети и кроме того не позволяет обеспечить удаленный доступ к оборудованию, потому возникла задача переноса существующего ПО на современную ОС.

Для этих целей на ПК с современной ОС (Windows 10) был установлен эмулятор ОС Windows 98 с помощью ПО Oracle VM Virtual box, при этом возникла проблема, связанная с тем, что выходной сигнал с прибора ПИТМ-ДВ-02 поступает через разъем LPT (m), поэтому для перехода на вход USB был использован переходной кабель-адаптер «B&P» USB AM ->LPT (C36M) 0.8 - 1.2м (рис. 2).



Рис. 2 кабель-адаптер «V&P» USB AM ->LPT

Однако, при таком подключении сигнала с прибора все интерфейсы ПО для работы с прибором ПИТМ-ДВ-02 оказались с нарушенной раскладкой шрифтов. Для устранения подобного явления было принято решение исправить код существующего ПО, с учетом того обстоятельства, что исходного кода данного ПО нет, для этого воспользовались hex-редактором **Hex Editor Neo**

Работа в hex-редакторе

В процессе разработки приложений иногда возникает необходимость изменить текст, который "вшит" в программу и недоступен для редактирования стандартными средствами. В таком случае на помощь приходит hex-редактор, позволяющий модифицировать данные на уровне байтов.

По результатам работы с hex редактором можно сделать следующие выводы:

1. Анализ приложения: Был использован hex-редактор, чтобы открыть исполняемый файл приложения и найти нужные надписи, для этого искали строки, соответствующие тексту на кнопках.

2. Идентификация кодировки: определили кодировку текста, используемую в приложении, чтобы правильно интерпретировать данные. В нашем случае это была кодировка UTF-8.

3. Редактирование текста: внимательно заменили байты, соответствующие старым надписям, на байты, представляющие новые надписи. Важно было сохранить количество байт, чтобы не

нарушить структуру файла.

4. Тестирование: После внесения изменений мы запустили приложение и проверили, что новые надписи отображаются корректно и не возникло никаких ошибок.

С учетом полученного опыта можно сделать следующие рекомендации:

* Создайте резервную копию файла: перед внесением изменений обязательно создайте резервную копию исходного файла, чтобы иметь возможность восстановить его в случае ошибки.

* Используйте поиск: hex-редакторы обычно имеют функцию поиска, которая помогает быстро найти нужные байты.

* Будьте внимательны: одна ошибка при редактировании может привести к неработоспособности приложения.

* Проверяйте изменения: после внесения изменений обязательно протестируйте приложение, чтобы убедиться, что все работает корректно.

Таким образом, удалось решить задачу модернизации существующего ПО для прибора ПИТМ-ДВ-02 и совместить его с современными ОС. Дальнейшая работа в этом направлении заключается в создании ПО для прибора ПИТМ-ДВ-02 на современных языках программирования.

Список литературы

1. Орешко, Е.И. Оборудование для определения Физико-механических характеристик материалов методом вдавливания (обзор) / Е.И. Орешко, В.С.Ерасов, Д.А. Уткин, Я.В. Автаева// Авиационные материалы и технологии № 4 (65) 2021

2. Прибор для измерения твердости материалов по диаграмме вдавливания ПИТМ-ДВ-02. Свидетельство о внесении в Государственный реестр средств измерений Регистрационный №с 1/722 7-УД

УДК 612.757

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В СИММЕТРИЧНОЙ ОБОЛОЧКЕ

*Матросов А.Е., канд. техн. наук, доцент;
Житников Ю.З., д-р техн. наук, профессор*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Обоснованно условие, при котором не произойдёт деформации или даже разрушения симметричной оболочки.

Ключевые слова: напряжение, поступательное движение, оболочка.

Рассмотрим цилиндрическую оболочку [1,2,6] и выделим элементарную площадку рис. 1.

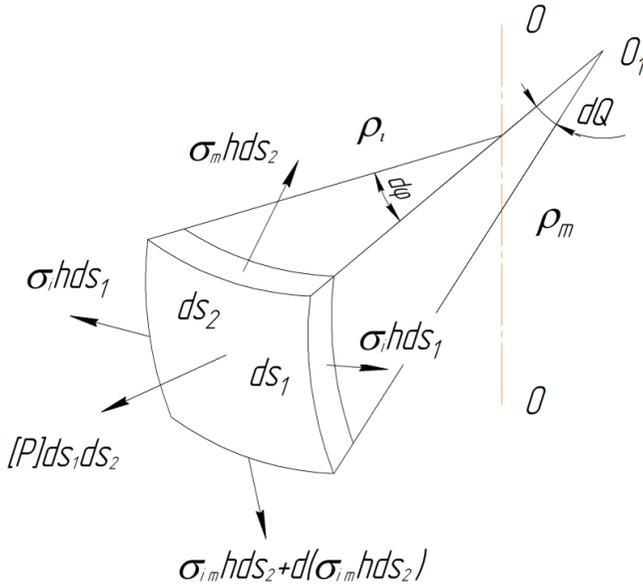


Рис. 1. Расчётная схема

Обозначим через ρ_m радиус кривизны дуги меридиана средней поверхности, а через ρ_i радиус кривизны нормального сечения, перпендикулярного к дуге меридиана. dS_1, dS_2 – длина дуги бокового сечения [3,4,5].

Радиус ρ_i в общем случае – функция угла Q между нормалью и осью симметрии. Двумя парами нормальных и меридианных сечений выделим из оболочки элемент dS_1, dS_2 . На гранях возникают напряжения меридианные σ_m и окружное σ_i .

Произведения напряжений на соответствующие площади дают нам силы: $\sigma_m \cdot h \cdot ds_2, \sigma_i \cdot h \cdot ds$ и от давления $[P] \cdot ds_1 \cdot ds_2$.

Спроектируем силы, действующие на элементарную площадь на нормаль, получим:

$$[P] \cdot ds_1 \cdot ds_2 - \sigma_m \cdot h \cdot ds_2 \cdot dQ - \sigma_i \cdot h \cdot ds_1 \cdot d\varphi = 0. \quad (1)$$

$$dQ = \frac{ds_1}{\rho_m}; \quad d\varphi = \frac{ds_2}{\rho_i}. \quad (2)$$

После подстановки выражения (2) в выражение (1), получим:

$$\frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_i}{\rho_i} = \frac{[P]}{h}. \quad (3)$$

Выражение (2) называется уравнением Лапласа, где σ_m – меридианное напряжение на торцах элементарной площадки, которое направлено по дуге меридианы; ρ_m – радиус кривизны дуги меридианы; σ_i – окружное напряжение, которое направлено по окружности оболочки; ρ_i – радиус кривизны нормального сечения, перпендикулярного к дуге меридианы; h – толщина оболочки.

Для цилиндрической оболочки $\rho_m = \infty$; $\rho_i = \frac{d}{2}$.

Из уравнения Лапласа находим окружное напряжение:

$$\sigma_i = \frac{[P] \cdot d}{2h}. \quad (4)$$

Запишем условие, при котором не произойдёт деформации или даже разрушения оболочки (охватывающей детали):

$$\sigma_i < [\sigma_p], \quad (5)$$

где $[\sigma_p]$ – допустимое напряжение на растяжение.

Подставим в последнее выражение (4) и после преобразования получим минимально допустимую толщину охватывающей детали, при которой не произойдёт деформации или разрушения оболочки:

$$h = \frac{k \cdot [P] \cdot d}{2[\sigma_p]}. \quad (6)$$

Список литературы

1. Бутенин, Н.В. Курс теоретической механики. [Текст] / Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. В 2 Т. – М.: Наука, 1971. – 464 с.
2. Демидов, С.Н. Теория упругости: учебник для вузов [текст] / С.Н. Демидов. – М.: высшая школа, 1979, - 432 с.
3. Дрозд, М.С. Инженерные расчёты упругопластической контактной деформации [Текст] / М.С. Дрозд, М. М. Матлин, Ю.И. Сидякин. – М.: Машиностроение, 1986, - 224 с.
4. Житников, Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для машиностроительных вузов [Текст] / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников, А.Г. Схиртладзе, А.Л. Симаков, Д.С. Воркуев; - под общ. ред. проф. Ю.З. Житникова. - Старый Оскол, ТНТ, 2017.- 656 с.
5. Колесников И.М. Основы технологии машиностроения: учебник для машиностроительных специальностей вузов: М.: Высшая школа, 1999
6. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов [Текст] / В.И. Феодосьев. - М.: Наука, 1970. – 544 с.

УДК 004; 62-5

МОДЕЛЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ИНЕРЦИОННОГО ОБЪЕКТА С УЧЕТОМ УПРУГОСТИ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ

*Пузанов А.В., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»;*

*Бабкин А.В., начальник научно-производственного комплекса;
Векшина Т.М., начальник сектора;
Дудникова В.А., начальник отдела
АО «ВНИИ «Сигнал»*

Аннотация. Улучшение эксплуатационных и тактико-технических характеристик вооружения и военной техники реализуется на этапе их разработки посредством компьютерного моделирования. Повышение качества используемых моделей определяется количеством допущений. В работе рассмотрен пример улучшения точности имитационной модели системы стабилизации инерционного объекта за счет учета упругости элементов его механической части.

Ключевые слова: приводная техника; системы управления; имитационные модели.

Точность моделей, используемых при разработке инновационных изделий, определяется учетом эффектов и факторов, характерных для различных условий эксплуатации. Поэтому повышение точности моделирования за счет снятия допущений и ограничений является актуальной задачей, определяющей совершенствование вооружения и военной техники.

Проработка систем стабилизации инерционных объектов реализуется на двух основных подходах: моделированием на макро- и микроуровнях. У каждого из уровней есть свои достоинства и недостатки. Так в моделях систем управления, исследуемых на макроуровне, не учитываются нюансы поведения конструкции, штатно прорабатываемых на микроуровне моделей напряженно-деформированного состояния.

В частности модели систем стабилизации нечувствительны к резонансам конструкций. Даже линия прицеливания в реальной конструкции будет отличаться от идеальной тем больше чем меньше жесткость механической системы.

Целью работы было совершенствование модели системы стабилизации инерционного объекта за счет учета упругость механической подсистемы при воздействиях различных эксплуатационных факторов.

Модель механической подсистемы, реализованной средствами Matlab/Simulink с библиотеками SimMechanics (Second Generation), представлена на рис.4 [2, 1].

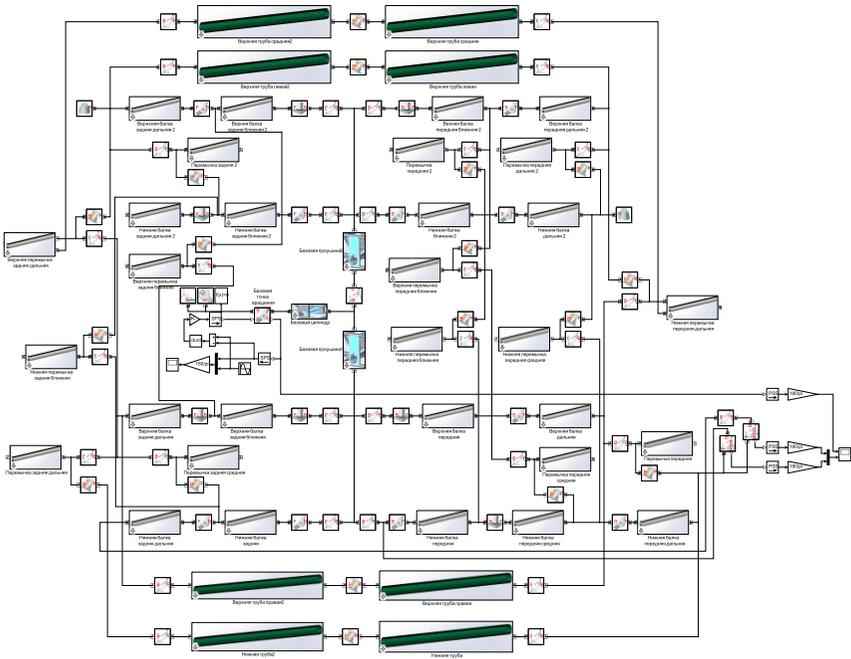


Рис. 4. Модель механической части

Упругость звеньев реализована посредством введения упругих элементов (пружина вращения) в сочленения. Назначаем со-

единительным элементам продольную и изгибную жесткость и демпфирование. Жесткость (или ее обратная величина – упругость) связей (продольная и изгибная) определяются аналитически или методом конечных элементов для соответствующих реальной конструкции профилю, и свойствам материала.

На рис.5 представлена схема информационных взаимодействий данных о характере воздействий и упругих откликах механической подсистемы.

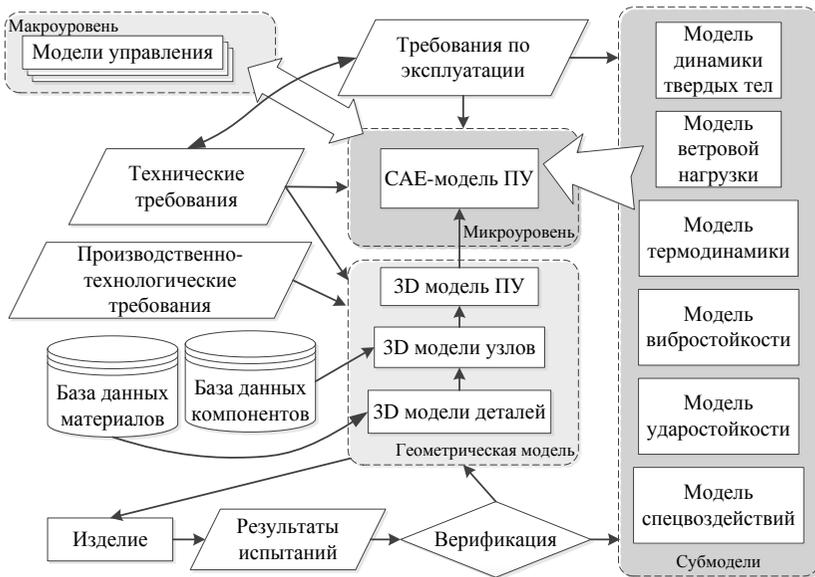


Рис. 5. Схема информационных взаимодействий САЕ-модели

Отдельные части САЕ-модели реализованы в программном комплексе ANSYS [3].

На основании обработки результатов расчета напряженно-деформированного состояния конструктивного исполнения механической подсистемы: продольная упругость элементов $\mu_z=7.32 \cdot 10^7$ Н/м; изгибная упругость элементов $\mu_r=671$ Н·м/° [6].

Результаты макро моделирования системы стабилизации при воздействии колебаний базового шасси с учетом упругости механической системы представлены на рис. 6.

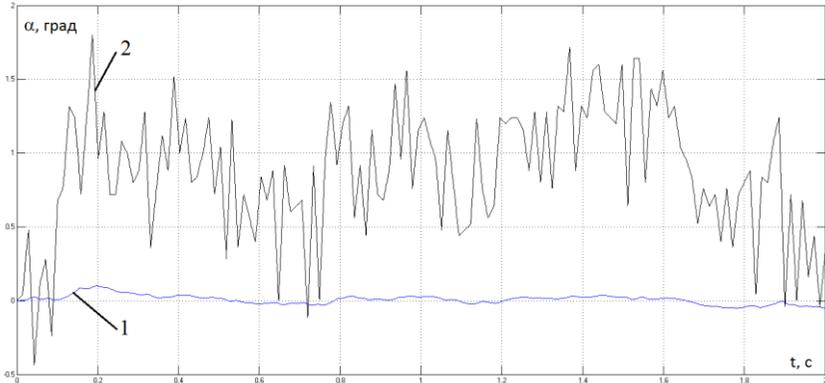


Рис. 6. Угол отклонения линии прицеливания (1) при колебаниях корпуса шасси (2)

Анализ результатов позволяет сделать заключение, что моделирование динамики стабилизации инерционного объекта на макроуровне с упругостями, приведенными к приводному валу более точно отражает реальное поведение механической подсистемы. Учет упругости конструктивного исполнения объекта позволяет повысить точность модели системы управления. Увеличение ее жесткости позволяет повысить собственные резонансные частоты и снизить угол рассогласования углов наведения теоретического и реального.

Результаты моделирования используются для дальнейшей проработки поддресоривания базового шасси, а также системы стабилизации инерционного объекта.

Список литературы

1. Пузанов, А. В. Мультидисциплинарный анализ систем управления мобильной техники / А. В. Пузанов // Автоматизация. Современные технологии. – 2016. – № 10. – С. 13-17.
2. Пузанов, А. В. Моделирование рабочих процессов гидромашин силовых приводов беспилотной техники / А. В. Пузанов, Я. А. Даршт // Математическое моделирование : Тезисы II Международной конференции, Москва, 21–22 июля 2021 года. – Москва: Издательство "Перо", 2021. – С. 112-114.
3. Тихонов, К. М. SimMechanics Matlab как средство моделирования динамики сложных авиационных робототехнических систем / К. М. Тихонов, В. В. Тишков // Труды МАИ. – 2010. – № 41. – С. 13-32.
4. Корнеев, А. П. Применение пакета MATLAB для исследование частотных характеристик в объектах с распределенными параметрами / А. П. Корнеев, Г. С. Ленеvский // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2005. – № 3(22). – С. 55-58.
5. Инженерный анализ в ANSYS Workbench [Текст] : учебное пособие / [Бруйка В.А. и др.]. – Самара: Самарский гос. технический ун-т, 2010 - 21 см. ч. 2: Ч. 2 / В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. - 2013. - 147 с.
6. Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. - 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестковой. – Москва: Машиностроение, 2006. - 928 с.
7. Пузанов, А.В. Опыт использования современного мультифизического ПО в разработке электрогидроприводов / А.В. Пузанов // САПР и Графика. - 2008. № 4. С. 75-79.
8. Пузанов, А. В. Тенденции развития систем поддрессирования и стабилизации вооружения беспилотной мобильной робототехники / А. В. Пузанов // Автоматизация в промышленности. – 2020. – № 2. – С. 25-27.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДАННЫХ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Редькин А.А., студент;

Мартынов О.В., канд. физ.-мат. наук, доцент;

Карпенков А. С., канд. техн. наук, доцент;

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Развитие систем управления параметрами объектов через совместную обработку данных с различных датчиков - ключевой аспект для эффективного анализа и прогнозирования. Текст рассматривает комплексирование данных с видеокамер, лидаров и радаров для создания точных моделей объектов и процессов. Предложенный алгоритм включает два этапа комплексирования данных, что позволяет улучшить точность и достоверность анализа.

Ключевые слова: комплексирование данных, калибровка, видеокамера, лидар, радар.

В современном мире сбор и анализ данных становятся все более важными для принятия обоснованных решений в различных областях. Разработка системы управления получения параметров объекта играет ключевую роль в повышении эффективности и точности анализа объектов и процессов [2]. Использование данных от нескольких информационных измерительных устройств позволяет уменьшить вероятность ошибок и искажений в результатах измерений. Такой подход позволяет получить более полное представление о состоянии объекта или процесса, а также анализировать динамику изменений параметров объекта со временем. Это особенно важно для мониторинга и прогнозирования различных процессов, таких как климатические изменения, техническое обслуживание оборудования и другие. Интеграция данных от различных источников позволяет создать более надежные модели и алгоритмы для анализа и прогнозирования. Это способствует более обоснованным и точным решениям в различных областях, таких как производство,

медицина, экология и другие. Каждое измерительное устройство может предоставлять лишь ограниченную информацию, однако комбинирование данных позволяет получить комплексный обзор ситуации. Соответственно, возникает необходимость в создании алгоритма комплексирования данных.

Среди распространенных приборов для получения данных об объекте используются видеокамеры, система лидар и радар [3]. С помощью видеокамеры можно распознавать объекты на изображениях, но без использования дополнительных средств измерения, таких как дальномер или маркеры масштаба, нельзя получить точную информацию о размере объекта или расстоянии до него, так как видеокамера даёт изображение без данных о глубине [4]. С помощью лидара успешно решается задача определения параметров объектов, используя лазеры для измерения расстояния до объектов и создания точных трехмерных карт окружающей среды [5]. Это позволяет определять размер, расстояние и угол объектов по горизонтальной оси, однако распознавание объектов представляет большую сложность. Радар позволяет, и распознать объекты, и определить их параметры, однако точность и надежность достаточно низкая [1]. Таким образом, объединение этих трёх систем (рис. 1) стало решающим фактором для разработки надежных систем отслеживания объектов в беспилотных транспортных средствах.

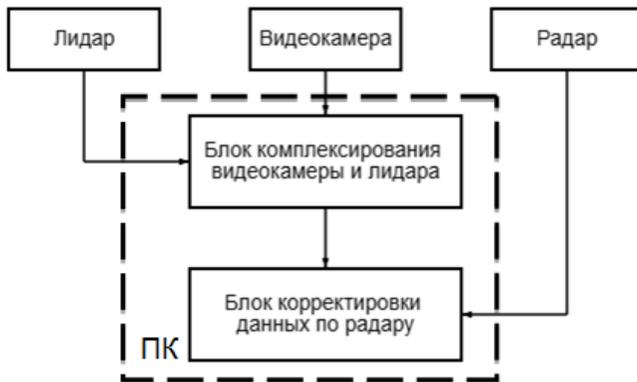


Рис. 1. Схема системы комплексирования

Предлагаемый метод системы управления получения параметров объекта на основе комплексирования данных (рис.3) состо-

ит из предварительной совместной калибровки лидара и видеокамеры (рис.2) и двух этапов комплексирования: комплексирование данных, полученных от видеокамеры и лидара, и комплексирование данных, полученных от радара и от предыдущего этапа комплексирования.

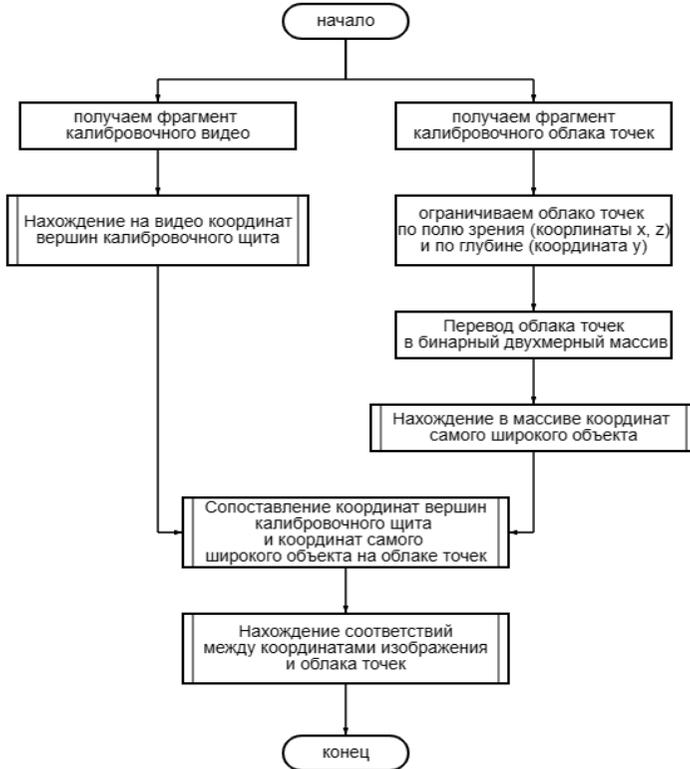


Рис. 2. Алгоритм совместной калибровки видеокамеры и лидара

Важным этапом комплексирования является калибровка, которая производится один раз до работы основного алгоритма. Алгоритм совместной калибровки лидара и видеокамеры представлен на рис.2. Для калибровки лидара и видеокамеры требуется найти закон, по которому координаты двумерного кадра (в пикселях) соотносятся с трёхмерными координатами облака точек. Также мы делаем гипотезу, что закон, по которому соотносятся координаты

разный при изменении расстояния (координата y) между распознанным объектом и информационно-измерительными устройствами, и при изменении положения объекта относительно центра кадра (координаты x , z). Для проведения калибровки записываются одновременно лидаром и видеокамерой калибровочные данные. Калибровочные данные представляют собой запись видео и облака точек, на которой находится калибровочный щит. Калибровочный щит представляет из себя плоский щит квадратной формы с известной длиной стороны. Щит покрашен в один цвет, выделяющийся в кадре (для быстрого нахождения объекта на видео), расположен своей плоскостью перпендикулярно оси камеры (оси y) и повернут гранями так, чтобы грани квадрата находились относительно горизонта под углом 45° . Для проверки гипотезы, щит снимается на разных расстояниях от измерительных устройств, по середине и по краям кадра, видеокамера и лидар при этом должны быть установлены максимально близко друг к другу. Для лучших результатов в кадре ничего, кроме калибровочного щита быть не должно. После получения калибровочных данных идёт их обработка. На фрагменте видео находим координаты вершин щита с помощью алгоритмов машинного зрения. На фрагменте облака точек ограничиваем по полю зрения (координаты x , z) так, чтобы оно совпадала с полем зрения видеокadra, и по глубине (координата y), для облегчения задачи нахождения калибровочного щита в облаке точек. Для того, чтобы найти объект в облаке точек мы переводим его в двумерный бинарный массив, где координата y заменяется на 1 и 0 в зависимости от того встретил ли луч препятствие или нет соответственно. Далее в каждой строке массива выделяем самый большой объект. Объектом считается последовательность подряд идущих единиц. Допускается, чтобы в этой последовательности присутствовали последовательности нулей, не превышающие n , для обеспечения гибкости алгоритма. Среди всех строк находим координаты самого широкого объекта – это будут координаты крайних вершин калибровочного щита. После чего кадр сопоставляется с облаком точек и находится зависимость, при которой координаты кадра и облака точек совпадают. Данная процедура отдельно проводится для всех положений щита, которые записаны.

Алгоритм комплексирования представлен на рис. 3. Сначала мы получаем данные со всех информационно измерительных уст-

ройств: изображение с видеокamеры, облако точек с лидара и данные от радара. Далее на изображении распознаем объект и находим его координаты на кадре в пикселях. Потом идёт этап комплексирования данных, полученных от видеокamеры и лидара, чтобы определить координаты объектов в метрах, обнаруженных на изображениях видеокamеры, с использованием данных, полученных от лидара. Для этого заранее производится совместная калибровка лидара и видеокamеры, которая состоит из ограничения области облака точек, полем зрения видеокadra и нахождении трёхмерных координат каждого пикселя кадра. Имея эти данные, мы находим параметры распознанного по видеокamере объекта: расстояние до него, его размер и угол по горизонтальной оси. На втором этапе проводится корректировка значений параметров объекта на основе комплексирования их с данными от радара.

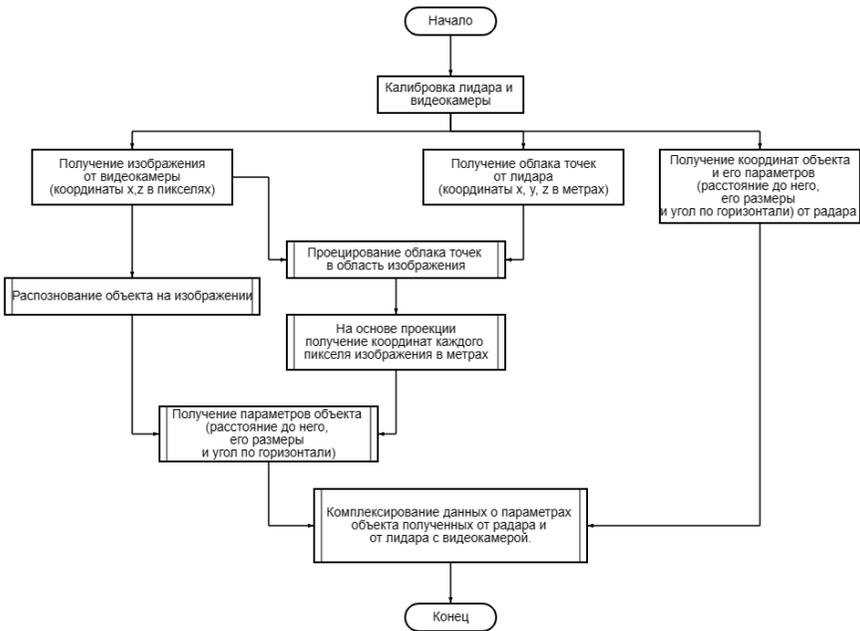


Рис. 3. Алгоритм системы управления получения параметров объекта на основе комплексирования данных

Таким образом, разработка метода получения параметров объекта на основе комплексирования данных играет ключевую

роль в повышении эффективности и точности анализа объектов и процессов. Комплексирование данных от лидара, видеокамеры и радара значительно повышает качество и надежность распознавания, нахождения параметров и отслеживания объектов. Для комплексирования данных с разных информационных измерительных устройств требуется их совместная калибровка, чтобы найти соответствия между их данными.

Список литературы

1. Автомобильные радары гигагерцового диапазона: Енокян Г. К., Айвазян М. Ц. //Вестник Национального политехнического университета Армении. Информационные технологии, электроника, радиотехника. – 2017. – №. 1. – С. 89-96.
2. Комплексирование данных системы управления мобильным гусеничным роботом: Безмен П.А.// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 3. С. 89–102.
3. Оптический поток в задачах навигации и управления беспилотными автономными средствами: Степанян К.В., Попов А.К., Миллер А.Б., Миллер Б.М., // Информационные процессы. Том 23, №4, 2023, С.526-544
4. Принцип работы фото-и видеокамеры: Флатун В. А., Одинец А. И. //Нанотехнологии. Информация. Радиотехника (НИР-23). – 2023. – С. 251-254.
- 5 . A Survey on LiDAR Scanning Mechanisms: Raj, Thinal & Hashim, Fazida & Huddin, Aqilah & Ibrahim, Mohd Faisal & Hussain, Aini// Electronics

УДК 681.2

ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Рожков А.Н., старший преподаватель,

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье рассматриваются понятия теории вейвлет-преобразований и основные методы применения при анализе зашумленных сигналов и изображений.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, соотношение сигнал/шум, декомпозиция сигналов и изображений.

Вейвлеты — это недавно разработанный инструмент обработки сигналов, позволяющий анализировать в нескольких временных масштабах локальные свойства сложных сигналов, которые могут представлять собой нестационарные зоны. Они приводят к огромному количеству приложений в различных областях, таких как, например, геофизика, астрофизика, телекоммуникации, кодирование изображений и видео. Они являются основой новых методов анализа и синтеза сигналов и находят прекрасные применения для решения общих задач, таких как сжатие и шумоподавление различного рода сигналов.

Вейвлеты представляют инструмент, приспособленный к очень широкому спектру теоретических и практических вопросов. Появление вейвлетов сопоставимо с анализом Фурье. Кроме того, вейвлеты получили широкое распространение из общей тенденции развития прикладной математики, применения численных процессов вычисления. Этот массив знаний, распространяемый через Интернет и передаваемый благодаря динамизму исследовательского сообщества, обеспечил быстрое развитие во многих областях прикладной математики, а также в обширных областях применения.

Можно выделить две общие проблемы, для решения которых вейвлеты оказались очень эффективными.

Первая проблема — это анализ, позволяющий тщательно изучить данные и выявить регулярность локального сигнала в мелком масштабе. Действительно, вейвлет — это функция, колеблю-

щаяся как волна, но быстро затухающая. Будучи хорошо локализованным одновременно во времени и частоте, он позволяет определить семейство анализирующих функций путем перемещения во времени и расширения по масштабу. Вейвлеты представляют собой математический «зум», позволяющий одновременно описывать свойства сигнала в нескольких временных масштабах [1].

Вторая проблема — шумоподавление или оценка достоверности функций. Это означает восстановление полезного сигнала, в то время как мы наблюдаем только его зашумленную версию. Поскольку методы шумоподавления основаны на представлениях вейвлетов, они создают очень простые алгоритмы, которые благодаря своей адаптивности часто являются более мощными и простыми в настройке, чем традиционные методы функциональной оценки. Принцип состоит в вычислении вейвлет-преобразования наблюдений, затем изменение коэффициентов с учетом их локальной природы и, наконец, инвертирование преобразования.

Вейвлеты предоставляют решения для ряда других проблем.

Приведем, например, численное решение уравнений в частных производных или даже, точнее, моделирование траекторий дробных броуновских процессов.

С начала 1990-х годов появилось множество типов программного обеспечения, и, особенно за последние несколько лет, полный список можно найти на веб-сайте www.amara.com/current/wavesoft.html.

Работа с вейвлетами означает понимание происхождения этого инструмента и в то же время его применения к сигналам.

Речь идет о концепции вейвлетов и их способности описывать локальное поведение сигналов в различных временных масштабах. Дискретизацию времени и масштабов можно получить на ортонормированных вейвлет-базисов, что позволяет к тому же - дополнить анализ неоднородностей анализом локальных аппроксимаций; - систематизируя вейвлеты по масштабу, от самых тонких до самых грубых; - определить быстрые алгоритмы линейной сложности. Для иллюстрации три следующие темы:

- анализ или как использовать вейвлет-преобразование;
- сканирования данных;
- определения путей для последующего этапа обработки.

В результате вейвлеты обеспечивают основу для декомпозиции сигнала в виде последовательности сигналов, известной как аппроксимация.

Сигналы с уменьшающимся разрешением, дополненные последовательностью дополнительных элементов, называемых деталями. При исследовании электрического сигнала это позволяет устранить шумы или оценить достоверность полученных результатов. Это предполагает восстановление сигнала настолько хорошо, насколько это возможно, на основе наблюдений за полезным сигналом, искаженным шумом. Методы, основанные на вейвлет-представлении, дают очень простые алгоритмы, которые часто являются более мощными и простыми в работе, чем традиционные методы анализа, что позволяет разложить наблюдаемый сигнал на вейвлеты и последующем использовании пороговых значений для выбора коэффициентов, на основе которых синтезируется сигнал. Идеи вводятся с помощью синтетического доплеровского сигнала, а затем применяются к электрическому сигналу; - компрессия и, в частности, сжатие изображений, где вейвлеты представляют собой весьма конкурентоспособный метод. Основная причина такой эффективности заключается в способности вейвлетов, как правило, концентрировать энергию сигнала в небольшом количестве существенно отличных от нуля коэффициентов. В этом случае структура декомпозиции становится разреженной и может быть закодирована с очень небольшим количеством информации. Эти методы оказываются полезными при обработке сигналов, а также для изображений. Использование вейвлетов для изображений представлено на примере реального изображения, которое затем сжимается [2].

Записи акустических колебаний, производимых сердцем, получаемые с помощью микрофонов из грудной клетки человека, называются фонокардиограммой (PCG) и состоят из звуков сердца и шумов. К сожалению, эти записи акустических сигналов нарушаются различными факторами, которые проявляются в виде шума. Эти эффекты снижают эффективность визуального и компьютерного анализа.

Звуки дыхания, возникающие в результате механических воздействий на легкие, движений пациента и неправильного контакта микрофона с кожей, а также внешние шумы из окружающей среды добавляются в виде шумового сигнала в записи PCG. Тради-

ционным методом удаления шума из PCG-сигнала является использование низкочастотного фильтра или полосового фильтра с ограничивающими частотами. Однако методы фильтрации способны устранить значительную часть шума, но они не способны устранить шум в полосе анализируемого сигнала.

Частотные составляющие обычных сигналов PCG могут достигать 200 Гц, а энергия наиболее значимые компоненты концентрируются в диапазоне частот 100-150 Гц. Частотные диапазоны сигнала очень важны, когда при использовании технологии шумоподавления с использованием методов дискретного вейвлет-преобразования (DWT). Поскольку в подходах DWT сигнал разбивается на полосы частот для устранения мелких детализирующих составляющих, которые принимаются за шум, уровень разбиения непосредственно отражается на частотных компонентах, которые создают сглаженную версию сигнала [3].

Наиболее разумным способом определения эффективности метод подавления шума заключается в сравнении исходного сигнала и подавленного сигнала, полученного из его формы с добавлением шума. Поэтому здесь мы будем использовать сигнал с добавлением шума, чтобы проверить эффективность метода вейвлет-шумоподавления путем сравнения исходного сигнала с сигналом без шума (или восстановленным сигналом). На рисунке 1.а показан сигнал PCG во время сердечного приступа и его форма с добавлением шума (рис. 1б).

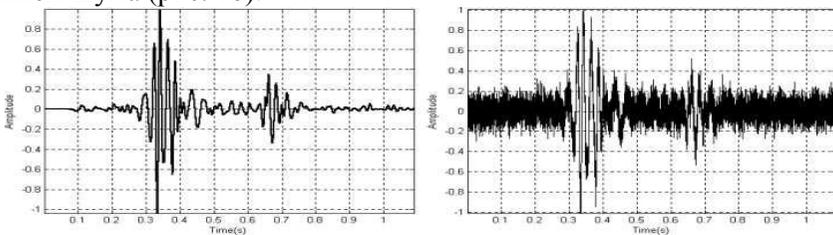


Рис. 1. Вейвлет-шумоподавление сигнала PCG: *а* - исходный сигнал, *б* - зашумленный сигнал

Результатом DWT является многоуровневая декомпозиция, при которой сигнал разбивается на коэффициенты 'приближения' и 'детализации' на каждом уровне. Это достигается с помощью процесса, эквивалентного фильтрации нижних и верхних частот соот-

ответственно. Декомпозиция DWT приводит к древовидной структуре, как показано на рис. 2, где представлены коэффициенты аппроксимации и детализации.

Коэффициенты аппроксимации и детализации зашумленного сигнала для уровня декомпозиции один и два приведены на рисунке 3. На рис. 3в и фиг. на рис. 3г представлены результаты декомпозиции коэффициента аппроксимации на первом уровне, который представлен на рис. 4а.

В качестве примера процесса подавления шума для сигнала PCG, подавленный сигнал и разница между исходным сигналом и подавленным сигналом приведены на рис. 3, соответственно.

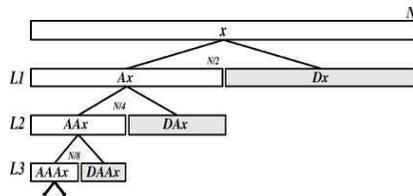


Рис. 2. Аппроксимация и подробные коэффициенты в древовидной структуре DWT.

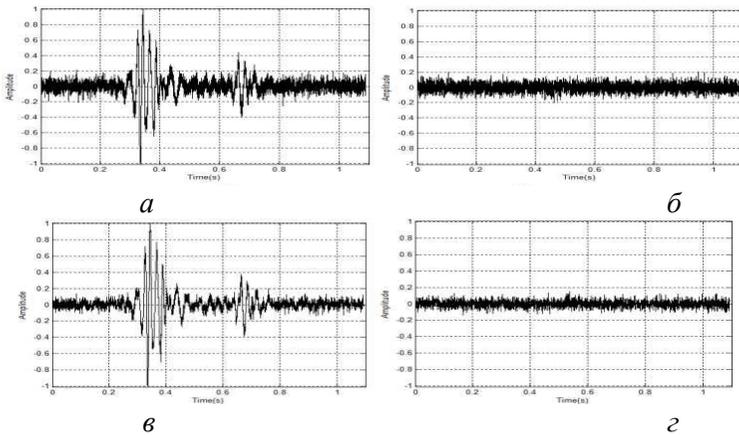


Рис. 3. Декомпозиция зашумленного сигнала:
 а - коэффициенты аппроксимации на первом уровне,
 б - коэффициенты детализации на первом уровне,
 в - коэффициенты аппроксимации на втором уровне,
 г - коэффициенты детализации на втором уровне

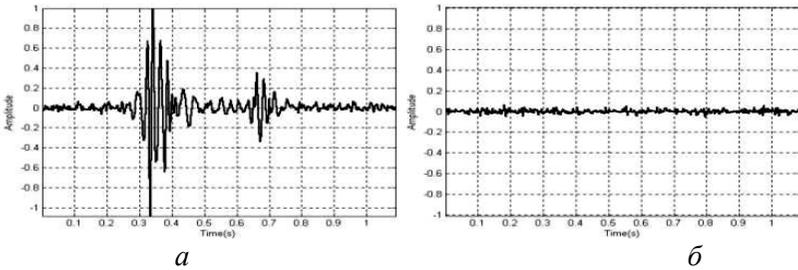


Рис. 4. Сигнал с пониженным уровнем шума: *а* - сигнал с пониженным уровнем шума, *б*- разница между исходным и сигналом с пониженным уровнем шума

Кроме того, изменяемые компоненты при декомпозиции DWT связаны не только с уровнем декомпозиции, но и с частотой дискретизации. Уровень декомпозиции влияет на частотные диапазоны путем деления частоты дискретизации в степени двойки. Если мы выберем уровень декомпозиции равным пяти, интересующие нас частоты будут составлять около 300 Гц, а частота дискретизации - 11,5 кГц.

Таким образом, наиболее важным фактором, определяющим уровень отношения сигнал/шум (SNR), является уровень разложения, который обычно не превышает значения 5.

При фильтрации цифровых изображений необходимо учитывать, что цифровые изображения содержат некоторую степень шума из-за искажений при их получении и передаче в результате различных воздействий. В частности, медицинские изображения, вероятно, искажаются из-за сложного типа дополнительных шумов в зависимости от устройств, которые используются для их получения или хранения. Ни одно медицинское устройство визуализации не может работать без помех. Чаще всего медицинские изображения получают с помощью МРТ (магнитно-резонансной томографии) и КТ (компьютерной томографии)оборудования. Как правило, добавление шума к медицинскому изображению снижает качество изображения, что затрудняет диагностику и лечение [3].

Поскольку вейвлет-преобразование позволяет улавливать энергию сигнала при нескольких значениях преобразования энергии, метод вейвлет-шумоподавления, является эффективным и в

этом случае. При декомпозиции изображения с помощью вейвлет-преобразования создаются четыре подизображения: аппроксимация, горизонтальные детали, вертикальные детали и диагональные детали.

На рис. 5 представлен образец медицинского изображения, принадлежащего пациенту, и его четыре подизображения, разложенные на один уровень с помощью DWT. Это изображение с устройства, использующего метод вейвлет-преобразования. Изображение МРТ с добавлением шума и его форма, уменьшенная с помощью процедуры вейвлет-шумоподавления, представлены на рис. 6. Добавленный шум имеет гауссово распределение, а в качестве параметров вейвлет-шумоподавления выбраны уровень разложения два и жесткое пороговое значение.



Рис. 5. Декомпозиция образца медицинского изображения; оригинал, приближение, горизонтальные детали, вертикальные детали и диагональные детали слева направо

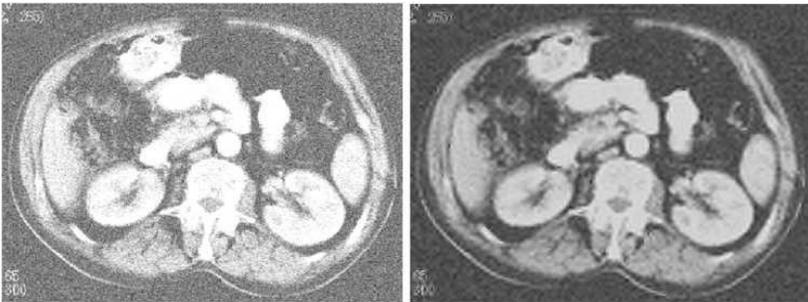


Рис. 6. Зашумленное изображение с SNR 62 дБ и его версия без шума

Количественная оценка производительности при практическом применении изображений является сложной задачей, поскольку идеальное изображение, как правило, неизвестно. Поэтому

рациональным подходом является использование известных изображений для тестов, как и в других приложениях для обработки изображений, для проверки эффективности методов вейвлет-шумоподавления, таких как шумоподавление одномерного сигнала. На рисунке 7 представлены изображения, которые будут использоваться для медицинских тестов.

Для таких случаев используется классический метод сравнения, основанный на моделировании шума. Сравнение может быть реализован на результирующем восстановленном изображении и исходном изображении после добавления гауссовского белого шума с известной мощностью к исходному сигналу. Затем будет вычислено наилучшее изображение, восстановленное из зашумленного для каждого метода. Во-первых, мы должны определить эффективный уровень декомпозиции, поскольку наиболее важным фактором в вейвлет-шумоподавлении является уровень декомпозиции. Для этой цели будет использовано изображение с добавлением шума, чтобы узнать, как меняется производительность в зависимости от уровня декомпозиции. Процесс восстановления выполняется на тестовом изображении приведенный на рис. 5, на котором гауссовский шум, добавленный для определения соотношения SNR, равен 62 дБ. Изображение с шумом и образец, восстановленный или без шума, приведены на рис. 6а и рис. 6б соответственно.

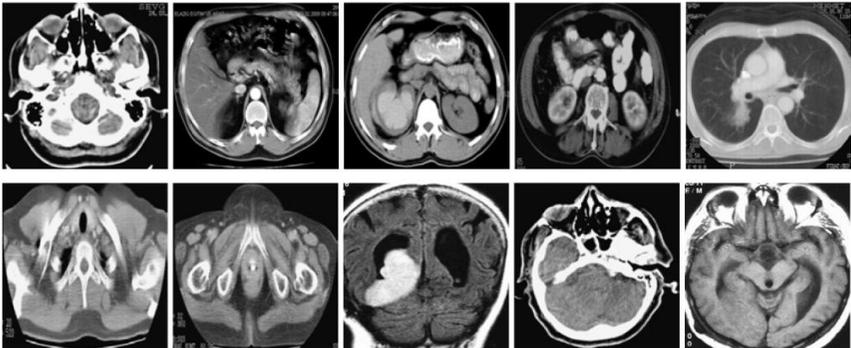


Рис. 7. Изображения для медицинских тестов

Наилучшее значение соотношения SNR получается при уровне разложения, равном двум. Вейвлет-преобразование воздействует на основную составляющую исходного сигнала при увеличении уровня разложения. Если используется более высокий уровень декомпозиции, пороговое значение может исключить некоторые коэффициенты исходного сигнала, как в процессе шумоподавления одномерного сигнала. Таким образом, слишком высокое повышение уровня декомпозиции приведет к снижению соотношения SNR после достижения оптимального уровня, кроме того увеличивается сложность декомпозиции.

Методы вейвлет-шумоподавления обеспечивают высокое качество и гибкость при решении проблемы анализа зашумленных сигналов и изображений. Определены варианты, как то правила установления пороговых значений и тип вейвлета, с тем чтобы представить оптимальные результаты этих методов по шумоподавлению. Результаты анализа примеров шумов и изображений показали, что наиболее важным фактором в вейвлет-шумоподавлении является уровень декомпозиции, а не тип вейвлета, тип порога или оценка порогового значения.

Очевидно, что тип вейвлета не очень важен, если число колебаний не очень низкое, то уровень декомпозиции абсолютно зависит от диапазона частот анализируемого сигнала и частоты его дискретизации.

Список литературы

1. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Москва, "РХД", 2001.
2. Wavelets and their applications/edited by Michel Misiti ... [et al.]. p. cm. "Part of this book adapted from "Les ondelettes et leurs applic
3. https://www.researchgate.net/publication/224829846_Signal_and_Image_Denoising_Using_Wavelet_Transform

УДК 621.757

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ АДАПТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ

Симаков А.Л., д-р техн. наук, профессор

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье рассматривается возможность реализации оптимального управления процессом адаптации положения детали для объекта второго порядка при минимизации среднеквадратической ошибки рассогласования сопрягаемых поверхностей и энергетических затрат на выполнение процесса адаптации.

Ключевые слова: методы оптимального управления, фазовые координаты, динамическая модель, критерий оптимизации, крайние условия.

Параметры системы автоматизированной сборки должны обеспечивать необходимое условие автоматизированной сборки [1] – управляемое перемещение соединяемой детали по программной траектории совмещения [2]. При этом возникает вопрос о возможности реализации оптимальных законов управления движением, обеспечивающих наилучшие качества процесса адаптации – максимальное быстродействие, наименьшие значения погрешностей позиционирования детали, наименьшие затраты энергии и т.п. В работе предпринята попытка получить ответ на этот вопрос.

Система автоматизированной сборки включает соединяемые детали, устройство адаптации положения деталей, перемещающее устройство [3]. Существует большое количество разновидностей адаптирующих устройств, однако их всех объединяет функция обеспечения согласования деталей.

Уравнение, описывающее поведение координаты адаптации q в динамике для системы сборки, имеет вид:

$$A_1 \ddot{q} + B_1 \dot{q} + C_1 q = F_{0в}, \quad (1)$$

где A_1 – параметр, характеризующий инерционные свойства присоединяемой детали (учитывают массу или моменты инерции) B_1 , – коэффициент вязкого трения при перемещении соеди-

няемой детали по координате (адаптации или совмещения) q ; C_1 – коэффициент, описывающий приведенную жесткость взаимодействия соединяемых деталей (имеет максимальное значение при взаимодействии (контакте) присоединяемой и базовой деталей, минимальное значение при свободном перемещении детали по координате адаптации или совмещения); $F_{\text{об}}$ – силовое воздействие на деталь со стороны устройства перемещения.

Дополним уравнение (1), введя параметры, характеризующие устройство перемещения присоединяемой детали:

$$A_1 \ddot{q} + B_1 \dot{q} + C_1 q = B_2 (\dot{q}_{\text{прив}} - \dot{q}) + C_2 (q_{\text{прив}} - q). \quad (2)$$

где $q_{\text{прив}}$ – задающее перемещение; B_2 – приведенный коэффициент вязкого трения устройства перемещения; C_2 – приведенная жесткость устройства перемещения.

Эксперименты по идентификации динамической модели объекта управления при автоматизированной сборке [4] показали, что наилучшую сходимость экспериментальных данных и моделирования позволяет получить модель второго порядка. Установлено, что значения коэффициентов динамической модели процесса адаптации детали существенно зависят от динамики (характера изменения во времени) задающего воздействия.

В соответствии с этим линеаризованная модель объекта управления имеет вид:

$$a_0 \ddot{q} + a_1 \dot{q} + a_2 q = u \quad (3)$$

где a_0, a_1, a_2 – коэффициенты, описывающие инерционные, диссипативные и позиционные силовые факторы, u – управляющее воздействие.

Цель управления состоит в переводе объекта из начального состояния $q = q_0$ для момента времени $t = t_0 = 0$ в состояние $q = 0$ за время $t = T$. В этом случае перемещение q можно рассматривать как рассогласование между текущим и целевым (конечным) положением детали. В качестве критерия качества целесообразно принять минимум функционала

$$J = \int_0^T (q^2 + \mu^2 u^2) dt \rightarrow \min$$

μ – весовой коэффициент.

Исходные данные для задачи оптимального управления определяются при переходе от модели объекта «вход-выход» к модели «вход-состояние-выход». Введем переменные состояния $q = x_1$, $\dot{q} = \dot{x}_1 = x_2$.

Уравнения объекта управления

$$\begin{cases} \dot{X} = AX + Bu; \\ q = CX \end{cases} \quad (4)$$

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}; \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{a_2}{a_0} & -\frac{a_1}{a_0} \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{1}{a_0} \end{pmatrix}; \quad C = (1 \quad 0);$$

Краевые условия $X(0) = X^0$; $X(T) = 0$;

Критерий оптимизации

$J = \int_0^T (X^T Q X + \mu^2 u^2) dt \rightarrow \min$, где Q – симметричная матрица весовых коэффициентов

Уравнения объекта содержат ограничения на фазовые координаты в виде неголономных связей (отсутствует время в явном виде), т.е. объект является автономным. С учетом этого функция Лагранжа принимает вид

$$L = f_0 + \sum_{k=1}^l \lambda_k(t) G_k \quad (5)$$

f_0 – функция из критерия оптимизации, $\lambda_k(t)$ – множители Лагранжа, G_k – уравнения связей объекта

Для рассматриваемого объекта

$$L = q_1 x_1^2 + q_2 x_2^2 + \mu^2 u^2 + \lambda_1 (x_2 - \dot{x}_1) + \lambda_2 \left(-\frac{a_1}{a_0} x_2 - \frac{a_2}{a_0} x_1 + \frac{1}{a_0} u - \dot{x}_2 \right)$$

Множители Лагранжа λ_1 и λ_2 находятся из уравнений Эйлера. При выбранном критерии качества интегрирование уравнений вызывает затруднения, поэтому целесообразно рассмотреть уравнение Лагранжа для модели объекта «вход-выход»

$$L = q^2 + \mu^2 u^2 + \lambda (a_0 \ddot{q} + a_1 \dot{q} + a_2 q - u) \quad (6)$$

Уравнения Эйлера

$$\begin{cases} \dot{L}_q - \frac{d}{dt} \dot{L}_q + \frac{d^2}{dt^2} \dot{L}_q - \frac{d^3}{dt^3} \dot{L}_q = 0; \\ \dot{L}_u - \frac{d}{dt} \dot{L}_u = 0 \end{cases}$$

Подставив значение функции Лагранжа, получим

$$\begin{cases} 2q + \lambda a_2 - a_1 \frac{d\lambda}{dt} + a_0 \frac{d^2\lambda}{dt^2} = 0 \\ 2\mu^2 u - \lambda = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Определим условия реализации допустимых значений $u(t)$ и $q(t)$, обеспечивающих минимум критерия оптимизации.

Из второго уравнения выразим множитель Лагранжа $\lambda = 2\mu^2 u$ и подставим в первое уравнение. Производные $\frac{d\lambda}{dt}$ и $\frac{d^2\lambda}{dt^2}$ представим в операторном виде ($p \equiv \frac{d}{dt}$)

$$\begin{aligned} 2q + 2a_2\mu^2 u - 2a_1\mu^2 p u + 2a_0\mu^2 p^2 u &= 0 \\ q + \mu^2 u(a_2 - a_1 p + a_0 p^2) &= 0; \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая модель объекта управления, получаем

$$q + \mu^2 q(a_2 + a_1 p + a_0 p^2)(a_2 - a_1 p + a_0 p^2) = 0;$$

После преобразования дифференциальное уравнение принимает вид

$$q[1 + \mu^2(a_0^2 p^4 + (2a_0 a_2 - a_1^2)p^2 + a_2^2)] = 0$$

Коэффициенты характеристического уравнения $Az^4 + Bz^2 + C = 0$ равны

$$A = \mu^2 a_0^2; \quad B = \mu^2(2a_0 a_2 - a_1^2); \quad C = \mu^2 a_2^2 + 1; \quad (9)$$

Оценка коэффициентов динамической модели объекта [4] ($a_2 = 78,95$; $a_1 = 23,36$; $a_0 = 1$;) показывает, что общее решение $q(t)$ будет иметь аperiодический характер (все корни характеристического уравнения действительные разных знаков) с особой точкой на фазовом портрете типа «седло». Это позволяет сделать вывод о невозможности реализации оптимального управления при рассматриваемой постановке задачи. Определение квазиоптимального закона управления процессом адаптации требует введения ограничений на фазовые координаты (изменения краевых условий) и уточнения критерия оптимизации.

Список литературы

1. Кузнецова, С.В. Анализ условий управляемости для систем автоматизированной сборки [Текст] / С.В. Кузнецова, А.Л. Симачков // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2016. – №3. – С. 7-14.

2. Симаков, А.Л. Обоснование методов и средств адаптации соединяемых деталей на базе принципов автоматического управления и выявленных взаимосвязей при автоматизированной сборке [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Симаков Александр Леонидович. – Ковров, 2003. – 373 с.

3. Кузнецова, С. В. Модель, описывающая динамику движения детали по координатам совмещения, относительной и угловой адаптации при сборке / С. В. Кузнецова, А. Л. Симаков // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2017. – Т.3. – №3. – ISSN 2413–9858. – URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2017/09/2017-N3-KuznetsovaSimakov.pdf> (дата обращения: 31.05.2023). – Текст: электронный.

4. Кузнецова, С.В. Идентификация динамической модели объекта управления при автоматизированной сборке[Текст] / С.В. Кузнецова, А.Л. Симаков //.

УДК 611.737.65

БИОНИЧЕСКИЕ ПРОТЕЗЫ РУК

Скляр А.А., студент

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация. Рассмотрена классификация протезов рук, а также общее устройство бионических протезов рук и датчики, используемые в данных протезах.

Ключевые слова: бионический протез, ЭМГ, мышцы.

Для того чтобы говорить о протезах рук и бионических протезах рук в частности необходимо понимать, что такое протез в принципе и какими они бывают.

Согласно [1] протез конечности это устройство, заменяющее частично или полностью отсутствующую и (или) имеющую врожденные дефекты верхнюю или нижнюю конечность и служащее для восполнения косметического и (или) функционального дефекта (ов).

Протезы рук делятся на следующие виды: косметические, активные механические протезы, бионические протезы. Дадим определение каждому виду протеза.

Косметические - отлично имитируют утраченную верхнюю конечность, возвращают эстетичный вид, но не являются функциональными. Хорошее решение для людей со сложной ампутацией, редкими физиологическими деформациями.

Активные механические протезы - активные или рабочие модели с пассивным, активным хватом приводятся в движение усилием человека. Благодаря совершенным, адаптированным механизмам пациент получает возможность контролировать скорость, силу хвата, выполнять точные задачи.

Бионические - роботизированная рука, которая максимально вернет функциональность части тела. Встроенные датчики считывают мышечные сокращения и импульсы мозга, приводя в движение все элементы. После реабилитации, пациент пользуется протезированной рукой интуитивно, не задумываясь о каждом движении.

Наиболее современными и удобными являются бионические протезы рук. Общая схема работы бионического протеза представлена на рис. 1.



Рис. 1. Общая схема работы бионического протеза

Устройство искусственной кисти может быть различным. Но в основе работы такого протеза, как правило, находится ЭМГ датчик, благодаря которому и происходит считывание информации от мышц и преобразование его в электрический сигнал. Рассмотрим его принцип работы более подробно.

Управление сократительной активностью мышечной клетки осуществляется с помощью мотонейронов – нервных клеток, тела которых лежат в спинном мозге, а длинные ответвления – аксоны в составе двигательного нерва подходят к мышце (Рис.2.). Войдя в мышцу, аксон разветвляется на множество веточек, каждая из которых подведена к отдельному волокну. Таким образом, один мотонейрон управляет целой группой волокон (так называемая нейромоторная единица), которая работает как единое целое. Комплекс с мотонейроном и иннервируемыми мышечными волокнами называют двигательной единицей (ДЕ). Среднее число волокон, которые иннервирует один мотонейрон, характеризует величину ДЕ мышцы, а обратную величину называют плотностью иннервации. Последняя является большей в тех мышцах, где движения небольшие и «тонкие» (глаза, пальцы, язык). Малое ее значение будет, напротив, в мышцах с «грубыми» движениями (например, туловище).

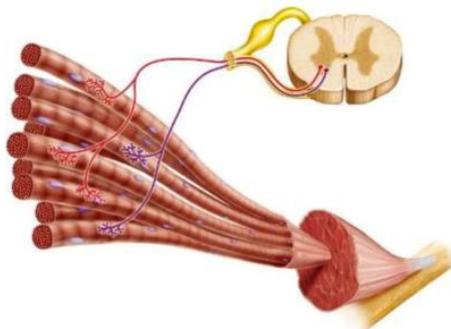


Рис.2. Процесс управления сократительной деятельностью мышцы

Мышца представляет собой структурный элемент локомоторной системы с множественными обратными связями. В нервной регуляции мышечной деятельности участвуют минимум три подсистемы. Первая подсистема определяет сократительную функцию мускулатуры. Она состоит из мотонейронов и мышц с расположенными в них проприорецепторами. Импульсная информация в ней распространяется от клеток передних рогов спинного мозга к мышцам и от мышечных рецепторов в обратном направлении через заднекорешковую систему к спинномозговым центрам и вновь к мотонейронам. Вторая подсистема обеспечивает оптимальный уровень

возбудимости проприорецепторов. Третья подсистема, состоящая из аксонных коллатералей мотонейронов и вставочных нейронов Реншоу, предназначена для саморегуляции мотонейронов.

Задачи и цель двигательного действия формируются мышлением, что определяет направленность внимания и усилий человека. До недавнего времени протезы прикреплялись к человеческому телу механически и не имели никакой связи с нервной системой. Они могли сгибаться в своих железных шарнирах-суставах, но для выполнения каждого движения владельцу нужно было тем или иным образом регулировать поведение своего протеза вручную, обеспечивая обратную связь. Когда человеку без ноги хочется пошевелить пальцем, мозг генерирует соответствующий сигнал, который идет по нервам, ведущим к мышцам конечности. Но, поскольку нога отсутствует, сигнал уходит «в пустоту». Но если по пути «перехватить» нервные импульсы, то на этой основе после анализа и обработки данных можно сформировать команды для управления протезом.

Биоэлектрическое воздействие, передаваемое от центральной нервной системы к мышцам, отражается повышением амплитуды в так называемых двигательных точках – местах наибольшего скопления ДЕ. Область двигательной точки является максимально возбудимым участком мышцы. Если снимать биопотенциал в местах расположения двигательных точек, то мы можем получить исходные сигналы для управления протезом. Метод исследования нервно-мышечной системы посредством регистрации биоэлектрических потенциалов в медицине принято называть электромиографией (ЭМГ). На рис.3. приведена ЭМГ при возбуждении мышцы.

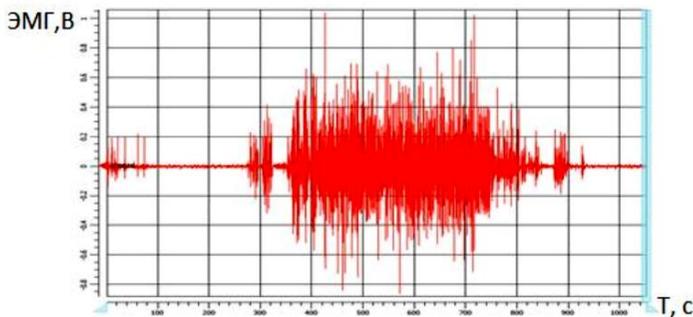


Рис. 3 ЭМГ при возбуждении мышцы

ЭМГ- исследования показывают, что амплитуды биопотенциалов варьируются от 5-10мкВ (мышца в состоянии покоя) до 500-1000 мкВ (мышца в возбужденном состоянии). Основной диапазон частот биопотенциалов, регистрируемых поверхностными электродами, составляет 20- 200 Гц, с максимумом около 50- 100 Гц.

Список литературы

1. ГОСТ Р 58267-2018 Протезы наружных верхних конечностей. Термины и определения. Классификация. – Введ. 2018-01-11. – М.: Стандартинформ, 2018. – 10 с.

УДК 004.91

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ИЗДЕЛИЙ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

*Филин А.Е., зам. начальника расчетно-аналитического отдела,
Халатов Е.М., д-р техн. наук, профессор*

КБ «Арматура» – филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

Аннотация. В статье описывается опыт разработки электронной эксплуатационной документации на систему газоснабжения в форме интерактивного электронного технического руководства (ИЭТР). Приведена классификация ИЭТР, указана область их применения. Подробно описаны действия разработчиков на каждом из этапов создания ИЭТР. Статья проиллюстрирована примером разработанного интерактивного руководства.

Ключевые слова: интерактивное электронное техническое руководство, ИЭТР, система газоснабжения.

Компьютерная техника и информационные технологии в настоящее время широко применяются в различных сферах инженерной деятельности. При разработке наукоемкой продукции произошел окончательный переход от конструкторской документации в бумажном виде к проектированию в среде CAD/CAM. Аналогичная

ситуация складывается с разработкой эксплуатационной документации (ЭД) и документации для технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Обусловлено это тем, что увеличение сложности наукоемкой продукции приводит к такому росту объема информации, что управление ей в бумажной форме и ее использование становятся практически невозможными. Наличие электронной эксплуатационной документации (ЭЭД) на изделие и каталога запасных частей в электронной форме становится обязательным.

Указанные факторы предопределили возникновение и активное развитие технологии разработки и применения эксплуатационной документации на изделие в электронной форме, в том числе в форме интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР), являющейся одной из важнейших составных частей CALS-технологий.

ИЭТР представляет собой структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных и средств их представления, используемых на этапах эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия.

По сравнению с бумажными руководствами ИЭТР обладают рядом существенных преимуществ: отображение информации в удобном для пользователя виде, возможность ее оперативного поиска, быстрого изменения и обновления, повторного использования. Кроме описательной части в электронное руководство могут быть включены графические материалы, 3D-модели, мультимедийные материалы (аудио-описания и видеоролики), интерактивные схемы, обучающие модули.

ИЭТР имеет электронную систему отображения (ЭСО), предназначенную для визуализации данных и обеспечения интерактивного взаимодействия с пользователем.

Интерактивность отражает способность ЭСО обеспечивать диалог с пользователем через пользовательский интерфейс системы путем генерации взаимных запросов пользователем и системой, и выдачей ответов на эти запросы. Интерактивность обеспечивается наличием в ЭСО необходимых элементов управления (кнопки, «флажки», поля для ввода данных и т.д.) [1].

Классификация ИЭТР по их функциональным возможностям согласно [1] и [2] приведена на рис. 1.

В зависимости от своих функциональных возможностей ИЭТР могут применяться для решения широкого круга задач [3], таких как:

- обеспечение справочным материалом об устройстве изделия и принципах его работы;
- обеспечение персонала справочным материалом при ТОиР изделия;
- обеспечение персонала информацией о проведении технологических операций с изделием (необходимые материалы и инструмент);
- оперативный поиск информации об изделии;
- автоматизированный сбор, обработка и хранение данных, полученных с диагностических приборов;
- мониторинг технического состояния оборудования, поиск и устранение неисправностей;
- планирование и учет проведения регламентных работ;
- автоматизированный заказ материалов и запасных частей;
- накопление и анализ полученных в процессе эксплуатации технических данных и выдача рекомендаций по дальнейшей эксплуатации изделия;
- обучение персонала на тренажерах по использованию изделия;
- тестирование персонала на предмет допуска к эксплуатации изделия.

Классы ИЭТР				
Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5
Индексированные цифровые изображения страниц	Линейно-структурированные электронные документы	Иерархически-структурированные электронные документы	Интегрированные ИЭТР	ИЭТР, включающие в себя элементы экспертных систем
ИЭТР данного класса представляет собой набор изображений, полученных сканированием страниц документации. Страницы индексированы в соответствии с содержанием.	ИЭТР данного класса представляет собой совокупность текстов в формате SGML. Оглавление ИЭТР содержит ссылки на соответствующие разделы технического руководства. ИЭТР может содержать перекрестные ссылки, таблицы, иллюстрации, ссылки на аудио- и видеоданные. Предусматривается функция поиска данных.	В ИЭТР этого класса данные хранятся как объекты внутри хранилища информации, имеющего иерархическую структуру. Дублирование многократно используемых данных предотвращается системой ссылок на однократно описанные данные.	В дополнение к функциям ИЭТР класса 3, ИЭТР данного класса обеспечивает возможность прямого интерфейсного взаимодействия с электронными модулями диагностики изделий. ИЭТР класса 4 позволяет наиболее эффективно проводить операции по поиску неисправностей в изделии, локализации сбоев, подбору запасных частей.	Данный класс ИЭТР обладает функциональностью 3 или 4 классов и дополнительно включает средства накопления полученных в процессе эксплуатации технических данных, их анализа и формирования рекомендаций пользователям ИЭТР о предпочтительном порядке обслуживания изделия и диагностики неисправностей.

Рис. 1. Классификация ИЭТР

Рассмотрим пример разработки эксплуатационной документации на систему газоснабжения технического комплекса в виде интерактивного электронного технического руководства.

К разрабатываемой ЭЭД были предъявлены следующие требования:

1. ЭЭД должна быть выполнена в виде ИЭТР 3-го класса;
2. ИЭТР должно полностью соответствовать рекомендациям по стандартизации [2] и [4];
3. полученное ИЭТР должно стабильно работать на устройствах под управлением ОС Astra Linux;
4. работа с готовой публикацией ИЭТР должна осуществляться без применения дополнительного ПО, т.е. ИЭТР должно иметь интегрированное ЭСО;
5. разработка должна вестись с применением исключительно отечественного ПО.

Общий объем документации оценивался в 1500 листов формата А4 в бумажном эквиваленте.

Логическая схема, показывающая основные этапы работ над созданием ИЭТР, приведена на рис. 2.



Рис. 2. Логическая схема разработки ИЭТР

На первом этапе в результате исследования отечественных программных продуктов для разработки ИЭТР (ПО иностранных разработчиков не рассматривалось по требованию технического задания) были определены два лидирующих на рынке программных комплекса: Seamatica (разработчик ЗАО «Си Проект», Санкт-Петербург) [5] и Technical Guide Builder (TG Builder) (разработчик НИЦ «Прикладная логистика», Москва) [6].

Оба программного продукта поддерживают принцип создания и сопровождения модульной структуры руководства в соответствии с требованиями [1, 2, 4, 7]. Однако, дальнейшее исследование возможностей вышеуказанного ПО исключило из рассмотрения TG Builder, т.к. ЭСО для работы с разработанным в нем ИЭТР представляет собой отдельную программу – TG Browser, работающую

под управлением ОС Microsoft Windows, что противоречило сразу двум предъявляемым требованиям (3 и 4).

Напротив, программный комплекс Seamatica имеет интегрированное в опубликованный ИЭТР ЭСО, которое позволяет работать с документацией как с обычным сайтом, в любом браузере, в том числе и на ОС Astra Linux.

Версия редактора Seamatica Enterprise предназначена для многопользовательской работы, поддерживает работу с несколькими проектами, а также включает в себя инструменты для организации внутреннего документооборота и процессов согласования и утверждения ИЭТР.

Таким образом, в качестве средства разработки ИЭТР выбран программный комплекс Seamatica (версия Enterprise).

Так как предполагаемый объем электронной документации был значительным, и работа над созданием ИЭТР планировалась группой в составе трех человек, то на втором этапе было принято решение о покупке трех лицензий Seamatica Enterprise с возможностью одновременной работы над проектом.

На третьем этапе специалисты, задействованные в разработке ИЭТР, в процессе освоения приобретенного ПО прошли обучение работе с программным комплексом на базе ЗАО «Си Проект», о чем были получены соответствующие сертификаты.

Подготовка к созданию ИЭТР (четвертый этап) заключалась в применении существующей методики обработки текстовой и графической информации применительно к ее дальнейшему использованию на страницах ИЭТР. Одновременно были разработаны структура ИЭТР и шаблоны его страниц.

В результате выполненных на пятом этапе работ была разработана ЭЭД на систему газоснабжения технического комплекса в виде ИЭТР 3-го класса. База данных ИЭТР содержит 148 описательных модулей данных, 38 интерактивных растровых изображений, 860 ссылок внутри документов.

В качестве примера на рис. 3 приведен перечень описательных модулей данных документа «Инструкция по эксплуатации». Модульная структура документа значительно упрощает его корректировку, а разработанные модули (например, технологические карты) могут быть повторно использованы в последующих проектах.

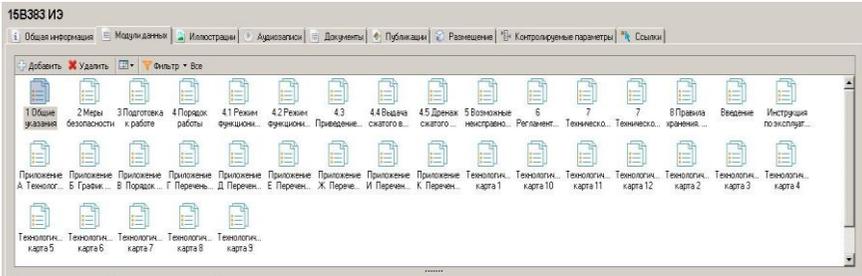


Рис. 3. Описательные модули данных

На рис. 4 (в качестве примера) показан процесс создания одного из интерактивных изображений документа «Техническое описание». Суть процесса состоит в создании связей между выделенными на изображении активными областями (помечены затененными квадратами) и информацией о соответствующей позиции изделия. Использование данного функционала ИЭТР, позволило значительно повысить удобство и уменьшить время поиска информации об элементах системы.

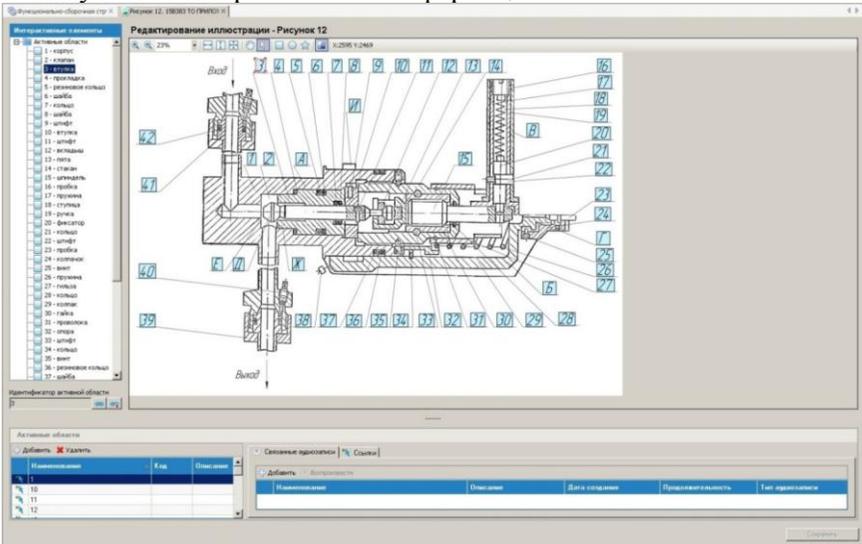


Рис. 4. Редактирование иллюстраций

На рис. 5 (в качестве примера) приведена страница раздела «Альбом рисунков» с элементами интерактивности (при выборе

пользователем позиции на рисунке, ее описание выделяется цветом в подрисуночной надписи, и наоборот).

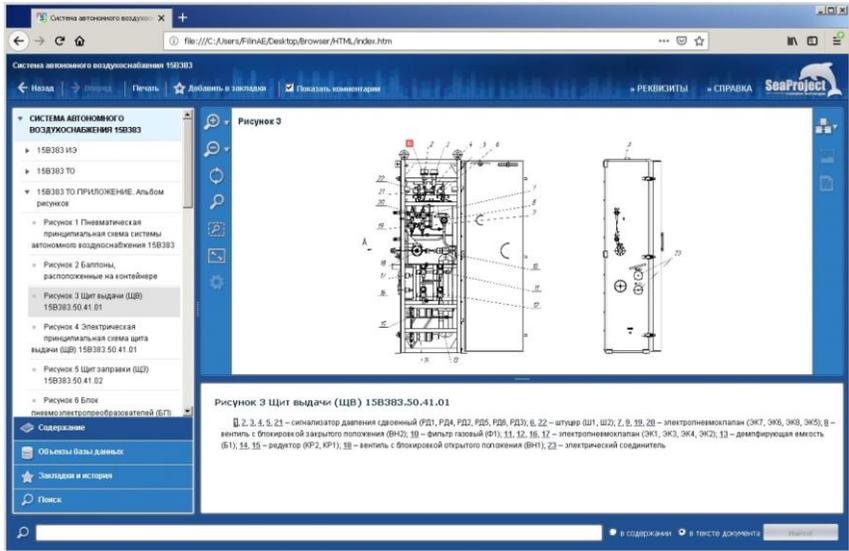


Рис. 5. Страница «Альбома рисунков»

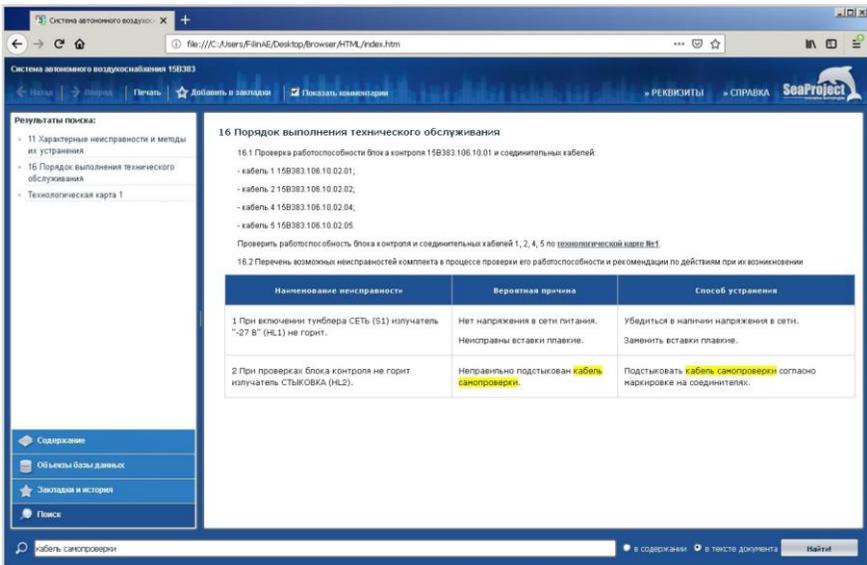


Рис. 6. Результаты оперативного поиска

В качестве примера функции поиска информации в ИЭТР, на рис. 6 показана страница «Руководства по эксплуатации» с результатами оперативного поиска. Полнотекстовый поиск производится по всей ЭД, входящей в ИЭТР, время поиска сокращено до минимума.

Обработка опубликованного ИЭТР, проведенная на шестом этапе, заключалась в проверке корректности его работы на различных ПК и ОС (в первую очередь, в соответствии с требованиями технического задания, на ОС Astra Linux). Стоит отметить, что итоговая публикация ИЭТР с первого раза показала свою работоспособность на ОС Astra Linux и не потребовала последующей корректировки.

Созданное ИЭТР на систему газоснабжения, помимо очевидного удобства работы с документацией, за счет своей модульной структуры позволяет значительно упростить внесение в него изменений и дает возможность заимствовать разработанные модули при работе над следующими проектами, сокращая тем самым время разработки.

Список литературы

1. ГОСТ 54088-2017. Эксплуатационная и ремонтная документация в форме интерактивных электронных технических руководств. Основные положения и общие требования. М. : Стандартинформ, 2018. 12с.

2. Р 50.1.030-2001. Интерактивные электронные технические руководства. Требования к логической структуре базы данных. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 32с.

3. Веретехина С.В., Веретехин В.В. Информационные технологии. Проектирование базы данных технической документации в виде интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) в рамках технологии CALS. Программно-аппаратная организация ИЭТР. М. : Издательство «Русайнс», 2015. 124с.

4. Р 50.1.029-2001. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению. М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. 24с.

5. ЗАО «Си Проект»: [Электронный ресурс]. URL: <https://seaproject.ru/>. (дата обращения 21.11.2022).

6. НИЦ «Прикладная логистика»: [Электронный ресурс]. URL: <https://cals.ru/>. (дата обращения 21.11.2022).

7. ASD S1000D. Международная спецификация на технические публикации, выполняемые на основе общей базы данных.

УДК 621.6 + 629.764 + 004.942 + 372.862

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РАСЧЕТОВ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Халатов Е.М., д-р техн. наук, профессор,

Тимофеев Ю.М., канд. техн. наук

КБ «Арматура» – филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

Аннотация. Представлена краткая история и направления деятельности КБ «Арматура», описание объектов проектирования и основные виды проектных расчетов. Приведено краткое описание используемых программных средств для выполнения расчетов. Рассмотрены вопросы подготовки специалистов для предприятия.

Ключевые слова: проектный расчет, инженерный анализ, подготовка инженерных кадров.

Конструкторское бюро «Арматура» – одна из старейших проектно-конструкторских организаций страны. Инициатором его создания и организатором является выдающийся конструктор стрелкового оружия в России, доктор технических наук, профессор, генерал-лейтенант инженерно-артиллерийской службы, Федоров Владимир Григорьевич. В 1918 году, вместе с Дегтяревым Василием Алексеевичем, он приезжает в город Ковров. На базе строящегося здесь Датским оружейным синдикатом «Мадсен» пулеметного завода организует проектно-конструкторское бюро (ПКБ) по разработке стрелкового оружия Российского производства.

Это было первое в России КБ с новой организацией труда. В него были включены службы по проектированию, исследованию, изготовлению, испытаниям и отработке вновь создаваемых образ-

цов стрелкового оружия. Только в 1927 г. такая форма организации была принята в Туле, а позднее и в Ижевске. С 1918 г. по 1931 г. В.Г. Федоров был руководителем ПКБ, а в дальнейшем (до 1949 г.) руководство разработкой стрелкового оружия осуществлял Герой Социалистического труда, доктор технических наук, генерал-майор артиллерийской службы Дегтярев Василий Алексеевич.

Вклад ПКБ в создание и развитие стрелкового вооружения Советской армии поистине огромный, особенно в годы Великой Отечественной войны. Более 50 % стрелкового оружия в стране изготавливалось в Коврове. Это различные типы автоматов, пулеметов (пехотные, танковые, авиационные) и другие виды вооружения.

В 1956 году ПКБ получает юридическую самостоятельность (организация ОКБ-575), а в 1960 г. переходит на тематику работ, связанных с разработкой образцов ракетно-космической техники. С 2000 г. конструкторское бюро «Арматура» становится филиалом АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» и продолжает работать в области разработки, изготовления и эксплуатации изделий и систем пневмоавтоматики, входящих в состав технологических систем, обеспечивающих подготовку и осуществление старта, а также послестартовые работы ракетно-космических комплексов различного назначения.

Характерной особенностью работы КБ «Арматура», так же, как это было в ПКБ, является наличие замкнутого цикла деятельности, включающего проектирование, технологическую подготовку, изготовление, испытание и эксплуатацию создаваемых изделий и систем.

Краткая характеристика объектов проектирования:

1. Системы газоснабжения (СГС) стартовых и технических комплексов. Назначение – подготовка и выдача различных газов (воздух, азот, гелий, ксенон, метан, кислород) с требуемыми параметрами (давление, температура, расход, влажность) большому количеству потребителей.

2. Изделия электропневмоавтоматики различного назначения (регулирующая, запорно-распределительная, предохранительная, фильтрующая пневмоарматура). Рабочий диапазон по давлению – от

0 до 400 кгс/см², по температуре $\pm 200^{\circ}\text{C}$, по расходу от грамм в минуту до 20 кг/с.

3. Агрегаты стыковки и отвода коммуникаций различного назначения (газовых, гидравлических, электрических). Назначение – стыковка и расстыковка коммуникаций в автоматическом режиме с ракетой-носителем с передачей усилия на борт в строго заданном диапазоне и обеспечением герметичности стыка. Обеспечение требований по динамике подвода и отвода подвижных частей.

4. Бортовые разъемные соединения и агрегаты пневмогидравлических систем ракет-носителей и разгонных блоков.

5. Гидропневмоавтоматические агрегаты и системы для оснащения объектов морского флота.

Принимая во внимание жесткие требования по обеспечению заданных выходных характеристик создаваемых объектов, учитывая сжатые сроки выполнения проектов и их ограниченную стоимость, становится очевидной необходимость решения задачи по повышению эффективности проводимых работ на всех стадиях создания изделий, и в первую очередь на стадии проектирования.

Необходимо иметь в виду, что сегодня развитие техники идет гораздо быстрее, чем это было 50 лет назад. Сложность изделий возрастает, возрастает и необходимость, в процессе проектирования, оценивать влияние на характеристики объекта протекающих в нем процессов, которое не могло быть оценено с использованием имеющихся расчетных методик.

В связи с этим существенно возрастают и требования к специалистам, осуществляющим создание образцов современной техники. В частности, специалисты, приходящие на работу в КБ «Арматура», должны обладать хорошими знаниями не только в областях базовых дисциплин, таких как физика, математика, механика, сопромат, электротехника, но и уметь работать в современных программных средствах в области проектирования, инженерного анализа, обработки экспериментальных данных.

Очевидно, что одним из наиболее важных этапов процесса проектирования современных объектов техники является расчетное обоснование принимаемых конструктором решений. Использо-

ние потенциальных возможностей автоматизированных расчетов позволяет проводить глубокий инженерный анализ протекающих в объекте процессов. Учитывая важность этого этапа, а также необходимость иметь опыт постоянной работы с различными задачами в части проектных расчетов, целесообразно в проектных организациях иметь подразделения, обеспечивающие теоретическое обоснование принимаемых конструктором технических решений.

К основным видам расчетов, выполняемых расчетно-аналитическим отделом КБ «Арматура» можно отнести расчеты, представленные на рис. 1.



Рис. 1. Основные виды расчетов, выполняемых расчетно-аналитическим отделом КБ «Арматура»

Выполнение указанных расчетов базируется на широком использовании методических материалов и программных средств, обеспечивающих их автоматизацию (рис. 2).



Рис. 2. Программные средства, используемые при выполнении проектных расчетов в КБ «Арматура»

К ним можно отнести:

1. Программный комплекс «Расчет динамических характеристик реально газовых пневмомеханических систем» («CalcDin»), созданный в КБ «Арматура» на первом этапе работ, связанных с автоматизацией моделирования процессов в пневмомеханических системах регулирования. Он обеспечивает:

- автоматизированное формирование математической цифровой модели исследуемой системы по заданной структуре;
- расчет характеристик переходных процессов в системе при наличии возмущающих воздействий различного вида;
- выявление влияния схемы и параметров системы регулирования давления (конструктивных и эксплуатационных) на ее статические и динамические характеристики.

2. Более совершенным является внедренный на предприятии российский программный комплекс «SimInTech», предназначенный

для создания математических цифровых моделей и динамических расчетов различных технических систем. Особенность комплекса состоит в возможности создания инженерами и исследователями собственных библиотек блоков без привлечения программистов. В КБ «Арматура» разработана и внедрена библиотека блоков, позволяющая исследовать процессы в устройствах и системах пневмоавтоматики. Блоки разработанной библиотеки отрабатываются и совершенствуются, а сама библиотека расширяется при решении практических задач.

Этапность выполнения динамических расчетов различных технических систем, в частности систем газоснабжения, с использованием программного комплекса «SimInTech», следующая:

- Этап № 1. Анализ принципа действия исследуемой системы. Постановка задачи моделирования, определение начальных и граничных условий.

- Этап № 2. Определение видов физических процессов, происходящих в системе. Условное разбиение системы на взаимосвязанные элементы различной физической природы. Принятие дополнительных допущений и разработка расчетной схемы.

- Этап № 3. Расчет значений параметров каждого элемента расчетной схемы, необходимых для моделирования соответствующего процесса в моделируемом объекте.

- Этап № 4. Создание скрипта модели в «SimInTech». В нем задаются и/или рассчитываются все константы модели.

- Этап № 5. Создание схемной части модели в «SimInTech», задание значений свойств блоков с организацией связи со скриптом модели. Здесь используются блоки библиотек «Общетехническая» (второе название – «Автоматика») и «Гидро- и пневмосистемы» (в версии КБ «Арматура»).

- Этап № 6. Выбор численного метода и задание его параметров. Проведение расчета. Вывод результатов на графики или во внешний файл для дальнейшей обработки.

3. Основным программным комплексом при выполнении на предприятии прочностных расчетов изделий пневмоавтоматики является «ANSYS». Более чем 20-летний опыт работы с ним показал его эффективность при оценке напряженно-деформированного состояния и анализе возникающих деформаций исследуемых объ-

ектов. С его использованием нередко находились ответы на вопросы, возникающие при нештатных ситуациях.

4. Российский программный комплекс «Зенит-95» используется при анализе динамики и прочности механизмов стыковки и отвода, имеющих, как правило, пространственную конструкцию рычажного типа.

5. При выполнении проектных расчетов систем газоснабжения для определения гидравлических характеристик трубопроводных линий питания используется российская программа «Гидросистема». Ее внедрение позволило заметно сократить время расчетов.

6. Все чаще при выполнении проектных расчетов приходится сталкиваться с необходимостью моделирования газодинамических процессов. В настоящее время в КБ «Арматура» идет практическое освоение российского программного комплекса «FlowVision», что позволит более достоверно проводить расчеты характеристик пневматических устройств и агрегатов.

Основные направления работ, связанных с повышением эффективности решения задач инженерного анализа и синтеза проектируемых изделий и систем пневмоавтоматики, заключаются в следующем:

- повышение адекватности используемых математических моделей, отражающих процессы в объектах исследования, за счет снятия допущений, принимаемых сегодня, и уточнения опытных коэффициентов, используемых в моделях (учет реальности свойств газа, учет рассоединения подвижных частей, учет подвижности основания, уточнение коэффициентов теплоотдачи, трения, уточнение процесса герметизации и др.);

- создание обобщенной системы проектирования систем газоснабжения стартовых и технических комплексов на основе единой базы данных и сквозного алгоритма решения задач инженерного анализа на всех этапах выполнения проектных работ;

- создание комплекса методических материалов по выполнению проектных расчетов изделий пневмоавтоматики различного назначения (регуляторы, предохранительные клапаны, электропневмоклапаны, механизмы стыковки и отвода и др.).

Успешному решению задач, связанных с выполнением проектных расчетов, способствует организация работ по подготовке

инженерных и научных кадров. С этой целью на предприятии функционирует базовая кафедра «Оборудование стартовых комплексов» Ковровской государственной технологической академии им. В.А. Дегтярева. По этой схеме подготовка специалистов для предприятия проводится уже более 15 лет. Для студентов, начиная с 3го курса, сотрудники предприятия ведут занятия в академии и на предприятии по наиболее важным для КБ «Арматура» дисциплинам в области проектирования, конструирования, математического моделирования, испытаний, технологической подготовки. Подготовка осуществляется как бакалавров, так и магистров по специализации «Проектирование технологических машин и оборудования». Занятия ведут опытные специалисты КБ. С наиболее успешными студентами КБ «Арматура» заключает договоры, выплачивает им дополнительную стипендию от предприятия, с условием дальнейшего поступления на работу в КБ.

Выпускные работы студентов КГТА им. В.А. Дегтярева, выполненные под руководством специалистов КБ «Арматура», неоднократно занимали призовые места и были победителями всероссийских конкурсов выпускных работ по специальности «Гидропневмоавтоматика и гидропривод». На предприятии имеется возможность заниматься и научно-исследовательской работой. Так, в 2023 году защищена 1 кандидатская диссертация, а всего на предприятии защищены 21 кандидатские и 2 докторские диссертации.

Основную задачу в обеспечении предприятия высококвалифицированными кадрами мы видим в продолжении работ по повышению интереса абитуриентов к поступлению на нашу специальность, заинтересованности студентов и магистрантов в участии в научно-исследовательской работе, в создание работающим на предприятии выпускникам ВУЗов наилучших условий для творческой работы и карьерного роста.

Успешное решение поставленной задачи может быть достигнуто только при организации совместной работы с Ковровской государственной технологической академией им. В.А. Дегтярева. Развитие такого сотрудничества сейчас намечается в рамках выполнения федерального проекта «Профессионалитет» по созданию образовательно-производственного центра, а также создания на кафедре «Гидропривод и гидропневмоавтоматика» лаборатории по

пневмоавтоматике. Здесь предполагается вести лабораторные работы по изучению статических и динамических характеристик изделий пневмоавтоматики различного назначения, проведение научно-исследовательских работ.

УДК 629.1

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Шушарин К.О., студент

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация. В статье приводится аналитический обзор существующих HUD систем (в основном автомобильных), приведена схема HUD системы, работающей на микропроцессоре Arduino Uno, и представлено экспериментальное подтверждение результатов работы.

Ключевые слова: HUD система, микропроцессор Arduino Uno, параметры автомобиля, дополненная реальность.

Начиная с конца 80-х в машинах начали появляться HUD (Head-up display) – прозрачные дисплеи, которые водитель наблюдает, глядя вперед через лобовое стекло. А еще ранее (незадолго до начала второй мировой войны), в рудиментарном виде – на самолетах, для отображения прицельной марки без параллакса с дальнейшим развитием до современных HUD. Технологии создания HUD всегда были на острие прогресса: начиная от простых фиксированных прицельных марок из проволоки или нарисованных на стекле, до CRT дисплеев, затем ЖК и наконец, DLP и голографических, с лазерной подсветкой [1].

Собственно, цели и на самолетах и в автомобилях одни и те же: во время управления движущейся техникой каждая миллисекунда отвлеченности водителя увеличивает риск аварии.

Когда водитель переводит взгляд на приборную панель, водителю нужно не только физически повернуть глаза, но и «перефо-

кусироваться» на близкорасположенный предмет, адаптироваться к существенно отличающейся яркости.

HUD системы привлекают возможностью вывести изображение впереди автомобиля и таким образом радикально уменьшить время отвлечения водителя. А каждая сэкономленная миллисекунда — это жизни водителей и пассажиров.

2 основные части HUD систем — коллиматор и комбайнер. Коллиматор формирует изображение, кажущееся расположенным на некотором удалении. Коллиматор фактически является своего рода большим окуляром. Комбайнер — в первом приближении полупрозрачное зеркало, совмещающее изображение реального мира и виртуальное изображение, сформированное коллиматором.

В самых примитивных системах коллиматором может быть всего одна линза или одно сферическое зеркало — но качество изображения таких систем уже достаточно плохое, чтобы это можно было заметить глазом при езде в ночное время. Почему в первую очередь в ночное? Зрачок ночью расширяется, и становится видно гораздо больше оптических aberrаций. В качестве наглядной демонстрации можно показать изображение прицельной марки в простейшем коллиматорном прицеле (тоже своего рода рудиментарный HUD):

Слева — на F11 («маленький зрачок»), справа — на F2.8 («большой зрачок»):

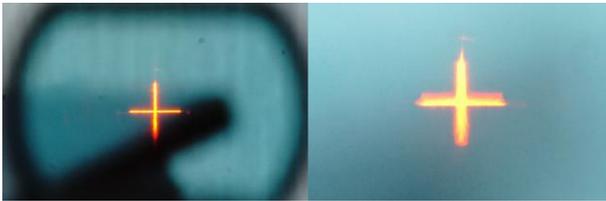


Рис. 1. Простейший коллиматор в прицельной рамке

Следующее очевидное ограничение — угловой размер изображения остается небольшой (порядка $4 \times 2^\circ$ для автомобильных систем разумного размера) и дистанция до виртуального изображения зачастую также порядка 1.5-2.5м, что все еще заставляет перефокусироваться. Расстояние приходится ограничивать также из-за

габаритов — неполная коллимация позволяет сделать систему заметно меньше.

Небольшой угловой размер изображения означает, что нормально отобразить можно только очень небольшой объем информации — скорость, тип следующего маневра и расстояние до него — вот, пожалуй, и все. Классическая схема реализации HUD систем с большими коллиматорами, зеркалами и комбайнерами — занимает довольно большой объем и потому может быть установлена только на заводе. Все это оставляет пространство для следующего шага по улучшению HUD систем.

Плоский комбайнер (Оптический комбайнер (optical combiner) - это оптическое устройство, обеспечивающее формирование перед пользователем виртуального изображения, дополняющего окружающую пользователя реальную обстановку, при этом не препятствуя наблюдению пользователем окружающей реальной обстановки).

Классическая «самолетная» схема — коллиматор с линзами большого диаметра формирует изображение «вдали». Это изображение отражаясь от плоского полупрозрачного комбайнера — совмещается с окружающей действительностью и наблюдается пилотом. Главные недостатки — перед пилотом огромные куски стекла, оптика больших габаритов все это очень тяжело и дорого[2].



Рис. 2. Плоский комбайнер

Поверхность лобового стекла как комбайнер.

По этой схеме сделаны HUD системы в большинстве автомобилей, оснащенных такими устройствами на заводе. Здесь коллиматор имеет зеркальные элементы, а вместо комбайнера — специ-

альное покрытие на лобовом стекле, чтобы отражение было только от одной его поверхности (в противном случае будет видно двойное изображение).

Среди недостатков такой схемы – схема должна компенсировать фактическую кривизну лобового стекла, достаточно большие габариты и все еще достаточно скромные угловые размеры формируемого изображения (порядка $4 \times 2^\circ$).



Рис. 3. Проектор, использующий поверхность лобового стекла как комбайнер

Такая система в частности стоит и в некоторых автомобилях [BMW](#). Основные отличия: угловой размер изображения (у этой классической системы он существенно меньше), расстояние до виртуального изображения (2.5м), изображение существенно ниже дороги, и не позволяет отрисовывать элементы дополненной реальности т.е. навигация по-старинке, схематической стрелочкой маневра и расстоянием до него — turn-by-turn навигация.

Дополнительный сферический комбайнер.

Пытаясь уйти от непредсказуемости формы лобового стекла, и при этом выиграв что-то по габаритам – первое что приходит на ум – заставить комбайнер быть частью коллиматора, т.е. выполнять часть оптической работы по формированию изображения вдаль, а не только отражать свет. В самом простом случае – достаточно коллиматор сделать сферическим (или если чуть сложнее — внеосевым сегментом параболоида).

Так (может быть будут) сделаны aftermarket продукты Navdy, Пионер, и новое поколение встраиваемых на заводе систем Bosch.

Главная проблема тут – водителю теперь нужно смотреть через 2 стекла + уменьшающееся фокусное расстояние (при тех же габаритах) не позволяет иметь большое угловое поле.



Рис. 4. Проектор с дополнительным сферическим комбайнером

Без коллиматора (изображение «вблизи»).

Самые примитивные системы: фактически это экран, наблюдаемый в отражении лобового стекла. Если на стекло не наклеить отражающую пленку – изображение будет двоиться (т.к. отражение будет и от передней, и от задней поверхности лобового стекла).

Эта система состоит из недостатков чуть более чем полностью: угловой размер изображения крошечный, яркость изображения – недостаточна для поездок днем (т.к. стекло отражает от 5% само по себе и до ~25% с пленкой с пропорциональным снижением прозрачности). Изображение остается «вблизи» — глазу все равно придется перефокусироваться при переводе взгляда [3].

Впрочем, есть и большое достоинство — такие системы дешевле и проще всего. Из самых известных примеров – продукты Garmin, и просто телефоны, который кладут экраном вверх:



Рис.5. Проектор без комбайнера

Оценка и выбор технологии для реализации проекта

Критерии оценки для выбора технологии

1. **Потребительские требования:** удобство использования, интерфейс, взаимодействие с пользователем, интеграция с другими системами в транспортном средстве.

2. **Технические требования:** долговечность, надежность, устойчивость к внешним воздействиям, возможности масштабирования и модификации.

3. **Экономические аспекты:** стоимость технологии, экономическая выгода от внедрения, анализ рынка и конкурентоспособность.

Исходя из критериев оценки и целей проекта (создать рабочий макет устройства), следует использовать безколлиматорную систему.

Возможные функции ИЛС

- Ассистент переключения передач МКПП
- Контроль слепых зон
- Цифровой спидометр
- Часы
- Расходомер
- Адаптивная яркость проекционного экрана
- Тахометр
- Термометр

Необходимые компоненты и устройства :

- Arduino Uno
- Oled дисплей
- OBD-2 ELM327 сканер
- Bluetooth модуль HC-05/HC-06
- Ультразвуковой дальномер JSN-SR04M 2шт.
- Соединительные провода

На рис. 6 приведена электрическая схема HUD системы с использованием процессора Arduino Uno, которая содержит плате Arduino Uno, 2 платы звуковой сигнализации, 2 строчный дисплей, Bluetooth плату и OLED дисплей с возможностью передачи информации с помощью беспроводных протоколов.

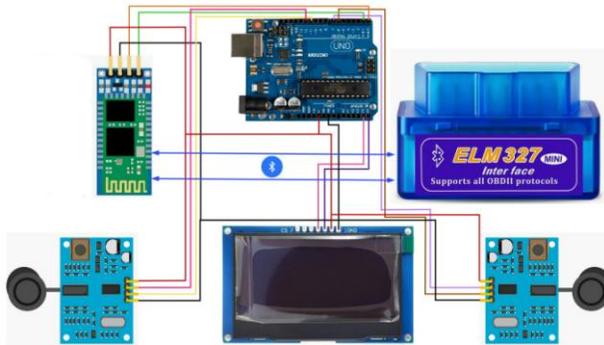


Рис. 6. Схема подключения HUD системы, собранной на процессоре Arduino Uno

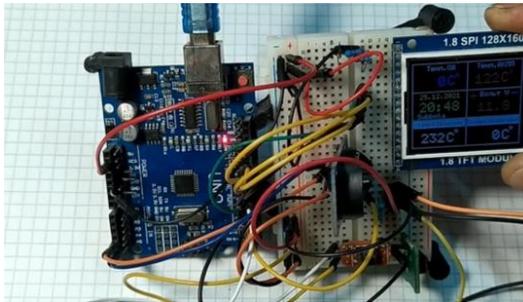


Рис. 7. Макет HUD системы, собранной на процессоре Arduino Uno



Рис. 8. Результаты работы HUD системы, собранной на процессоре Arduino Uno

Данное устройство позволяет измерять скорость движения автомобиля, пройденный путь, время движения по данному маршруту, температуру за бортом автомобиля и число оборотов двигателя.

Диапазон ключевых применений и технологий HUD систем быстро расширяется. Распространению в массовых сегментах и развитию технологий способствуют возможности HUD систем и связанных с ними систем идентифицировать и высвечивать в реальном времени наиболее важную информацию в форме, хорошо подходящей для быстрого и удобного восприятия водителем/пилотом. Продолжают развиваться наиболее перспективные технологии и отдельные направления, включая опции дополненной реальности, контекстную осведомленность, голосовой контроль, обнаружение жестов, 3D-визуализацию, виртуальные touch-дисплеи. В перспективе ожидается дальнейшее развитие систем лазерного проецирования, а также смежных и конкурирующих с ними HUD систем и мобильных проекционных дисплеев. Это позволяет получать все те технологии, которые когда-то были разработаны для военной и гражданской авиации: спутниковые навигационные системы, блоки инерциальных измерений, интегрированные в сотовые телефоны и автомобили. А теперь к ним добавились HUD — технологии, которые когда-то были созданы для военных целей.

Список литературы

1. http://pioneer.jp/carrozzeria/cybernavi/avic_vh99hud_avic_zh99hud/?link=product_main_CYBERNAVI<http://pioneer.jp/press/2012/0508-1.html>
2. <http://youtu.be/RFZ4lHenItE>
3. Сысоева С. МОЭМС — доступные технологии генерации и сканирования оптической информации // Компоненты и технологии. 2010. № 8–9.

УДК 621.01

ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ АДАПТИВНОЕ ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

*Ахмадалиев Б.М., магистрант,
Карпенков А.С., канд. техн. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Актуальность данной статьи основана на недостаточной изученности конструктивных схем захватных устройств(ЗУ) для повышение гибкости робототехнического комплекса(РТК) или гибких производственных линий (ГПС).

В данной статье рассматриваются пневматические адаптивные захватные устройства различных конструкций, анализируются принцип работы, преимущества и недостатки, особенности применения в различных условиях производства.

Ключевые слова: пневматические захватные устройства, захватные устройства, РТК.

Постановка проблемы

Современный мир сложно представить без автоматизированного производства, а любое производство сложно представить без промышленных роботов. Промышленные роботы (ПР) являются важными компонентами автоматизированных гибких производственных систем (АГПС) и робототехнических комплексов (РТК). Назначение ПР – замена человека труда(фактора), повышения качества, особенно при операциях по сборке и размещению, которые включают монотонные, повторяющиеся и трудоёмкие операции. В ПР рабочим органом (РО) является захватное устройство (ЗУ), в выполнении любых операций в составе ПР которое является важным объектом в составе ПР.

Большинство ЗУ выполнены для удержания объектов известной формы геометрии объекта, конструктив у данных ЗУ примитивен простой и дешёвый. Но для захвата не известной формы геометрии объекта, требуется переоборудовать ПР заменяя ЗУ или

губки ЗУ и переналадит оборудование. Адаптивные или универсальные ЗУ способны придать гибкости ПР, что позволяет решать данную проблему. Однако, разработка адаптивных ЗУ, способных захватывать объекты самыми разными формами и свойствами поверхности (хрупкие, гладкие, мягкие и т.д.), остаётся задачей сложной и открытой. Отсюда можно сделать вывод, что не существует, идеальных ЗУ.

Апробация предыдущих результатов исследования были изложены в IX Всероссийской научно-технической и научно-методической конференции «Вооружение. Технология. Безопасность. Управление»[1].

В исследовании был проведён анализ конструктивных схем адаптивных захватных устройств, применимых к пищевой промышленности, на основе изменения геометрии пальцев схвата или изменения формы губок захватного устройства; разработано адаптивное захватное устройство с применением гидропневматических приводов для промышленного робота.

Данная работа посвящена продолжению исследования и рассматривается конкретный тип ЗУа именно пневматические ЗУ.

В работе рассматривается анализ и выбор схемы пневматических ЗУ и определение способности захватывать и манипулировать

Анализ и выбор схемы захватного устройства

Конструкции адаптивного захватного устройства для РТК В современных промышленных захватах в основном применяются два вида движения захватных элементов губок – угловое раскрытие или плоскопараллельное раскрытие. В качестве привода, используются пневматический поршневой цилиндр или электрические приводы, интегрированные в конструкцию ЗУ.

Схема захвата с рычажным механизмом на рис. 1 преобразует поступательное движения захвата во вращательное движение губок. В данной схеме есть один недостаток, чем больше угол раскрытия губок, тем меньше усилие захвата на объект манипулирования, поэтому применение такого вида механизма для захвата манипулятора РТК не является рациональным. Достоинства при маленьком раскрытии губок имеет большое усилие сдвливания

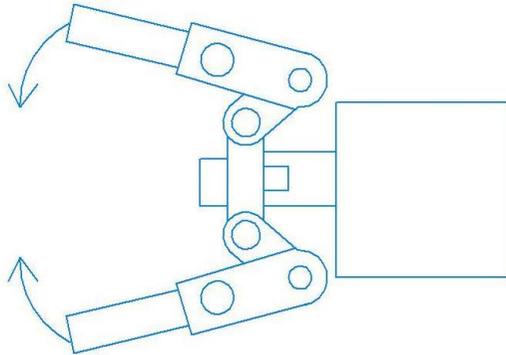


Рис. 1. Схема построения захвата с рычажным механизмом

Ещё одним возможным вариантом механизма захвата является реечный механизм (рис.2). При такой схеме реализации механизма зависимость усилия захвата не зависит от угла раскрытия и определяется управляющим давлением

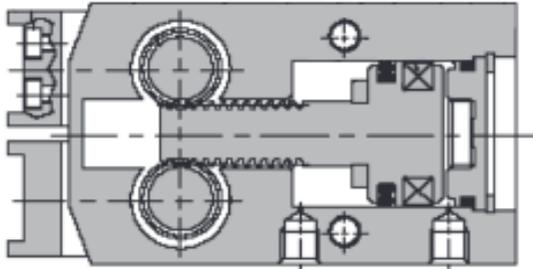


Рис. 2. Схема построения захвата с реечным механизмом

Из известных промышленных захватов можно выделить два основных способа преобразования осевого движения поршня пневмоцилиндра в поступательное движение губок захвата: через рычажный механизм отношение между движением поршня и движением определяемое соотношением плеч рычага или углом наклона клиновидного ползуна, т.е. усилие захвата не зависит от величины раскрытия лапок и полностью определяется рабочим давлением в полостях пневмоцилиндра, что можно использовать в качестве обратной связи.

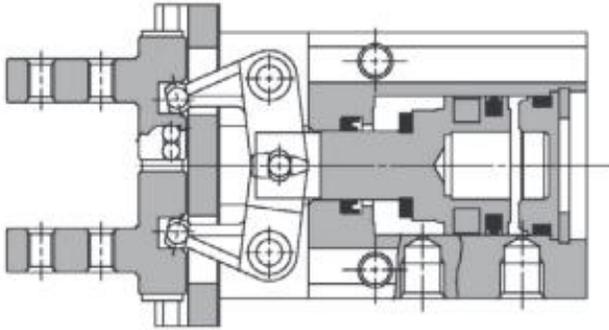


Рис. 3. Схемы построения захвата: с рычажным механизмом (а);
с клиновидными ползунами

На основании проведённого анализа известных конструкций пневматических ЗУ и требований, предъявляемых к захватному устройству РТК, можно предложить вариант реализации захвата создания плоскопараллельного движения штыревых, а также способом синхронизации и обеспечения нелинейной зависимости усилия от давления в пневмоцилиндре. В качестве направляющих предлагается использовать рельсу и каретку

Определение способности захватывать и манипулировать

Усилие захвата, ЗУ определяется за счёт сил трения, создаваемых этим усилием. Расчёт необходимой силы зажима при вертикальном линейном перемещении можно произвести по формуле:

$$F = G \frac{k}{\mu} \cdot \left(1 - \frac{a_{\text{верт}}}{g}\right); \quad (1)$$

где G – вес детали

K – коэффициент запаса

$a_{\text{верт}}$ – ускорение вертикального движения (на подъём), м/с^2 ;

μ – коэффициент трения между губками и деталью (принимается равным 0,1);

g – ускорение свободного падения $=9,8 \text{ м/с}^2$.

Не маловажным фактором является площадь взаимодействия поверхности губок ЗУ с объектом и чем больше площадь взаимодействия поверхности губок ЗУ тем более стабильно держится объект манипулирования.

Рассмотрим следующую схему:

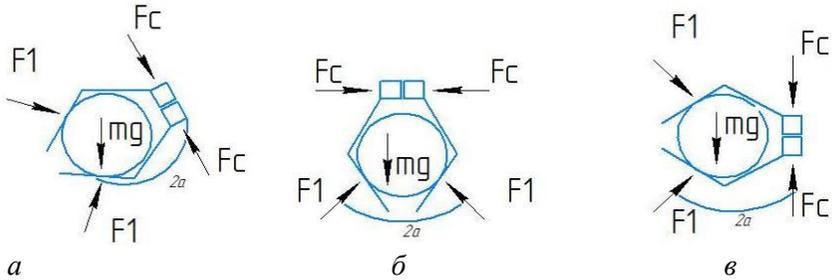


Рис. 4.Схема свободного тела при захвате двумя пальцами:
a - предмет удерживается за счёт силы трения; *б* - предмет удерживался на нижней части губок; *в* - предмет держат на одном из пальцев

F_c = Сила схвата ЗУ;

m = Масса объекта;

g = Ускорение свободного падения[= 9,8 м/с²];

α =Угол [градус].

Объект(предмет) манипулирования остаётся статически зажатом положении , только при условии если сила зажатия , будет достаточной для противодействия силе трения.

Для схемы, представленной на рис. 4*a*, предмет удерживается за счёт силы трения : $2F_c > \frac{m \cdot g \cdot \sin \alpha}{\mu}$;

на рис.4*б*: предмет удерживался на нижней части губок:

$$2F_c > \frac{m \cdot g \cdot \tan \alpha}{\mu};$$

на рис 4*в*: предмет держат на одном из пальцев. $2F_c > mg$

Отсюда можно сделать следующий вывод , что для зажатия объекта не необходимо усилие только одной из сторон губок ЗУ. Устойчивость захвата зависит от количество точек припасаемых с объектом, площади соприкосновения и количества точек захвата и коэффициент трения поверхности губок ЗУ. Эти факторы определяют качество схватывания

Вывод: в дальнейшем планируется проведение работ по расчёту и математическому моделированию ЗУ устройства и проведению натурных испытаний.

Список литературы

1. Воробьев, Е.И. Механика промышленных роботов / Е.И. Воробьев, А.В. Бабич, К.П. Жуков, и др.. –М.: Высшая школа, 1989. –1000 с.
2. I.Schmidt, “Flexible moulding jaws for grippers,” *Industrial Robot: An International Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 24–26, 1978.
3. M. Liarakis, B. Calli, A. Spiers, and A. Dollar, “Unplanned, Model-Free, Single Grasp Object Classification with Underactuated Hands and Force Sensors,” *IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robot. Syst.*, pp. 5073–5080, 2015.
4. J. Spiers, M. V Liarakis, B. Calli, and A. M. Dollar, “Single-Grasp Object Classification and Feature Extraction with Simple Robot Hands and Tactile Sensors,” *IEEE Trans. Haptics*, vol. 9, no. 2, pp. 207–220, Apr. 2016.
5. FestoRussia[Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.festo.com/cms/ru_ru/index.html.
6. Москвичев А., Кварталов А., Устинов Б. "Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов: учебное пособие" –М.: Издательство ФОРУМ, 2015. –175 с
7. Булгаков, А.Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев.– М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2007. –488с
8. NewDexterity[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newdexterity.com>
9. EricЧелпанов, И. Б. Схваты промышленных роботов / И. Б.Челпанов, С. Н. Колпашников. – Ленинград : Машиностроение, 1989. – 287 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.
10. Brown1 Nicholas Rodenberg1, John Amend2, Annan Mozeika3 Erik Steltz3, Mitchell R. Zakin4, Hod Lipson2, Heinrich M. Jaeger “Universal Robotic Gripper based on the Jamming of Granular Material” [Электронныйресурс]. – Режимдоступа: https://www.researchgate.net/publication/47544361_Universal_Robotic_Gripper_Based_on_the_Jamming_of_Granular_Material

УДК 681.2

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЯЧЕЙКИ
КОРРЕЛЯЦИОННОГО РАСХОДОМЕРА КОМПОНЕНТОВ
НЕФТЯНОГО СКВАЖНОГО ФЛЮИДА**

Кузнецов Н.А., канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье приводятся результаты математического моделирования электрического поля конденсаторной измерительной ячейки. Определяется оптимальный угловой размер электродов обеспечивающих максимальную однородность электрического поля.

Ключевые слова: измеритель, импеданс, конденсатор, математическая модель, нефть, электрод, ячейка.

Принцип работы корреляционных расходомеров компонентов нефтяного скважного флюида заключается в определении относительной временной задержки Δt между двумя сигналами $U_1(t)$ и $U_2(t)$, характеризующими один из изменяющихся параметров неоднородного потока, измеренных в пространственно разнесенных на величину L точках (рисунок 1) [1]. В этом случае скорость потока определяется как $v = \frac{L}{\Delta t}$, а расход в сечении площадью S как $Q = \frac{L}{\Delta t} S$.

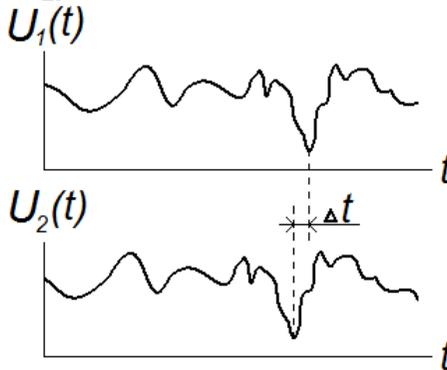


Рис. 1. Два сигнала имеющие задержку по времени

Величины расхода компонентов определяются по диэлектрическим параметрам [2], измеряемым конденсаторными ячейками, на основе регистрации их импеданса (рисунок 2).

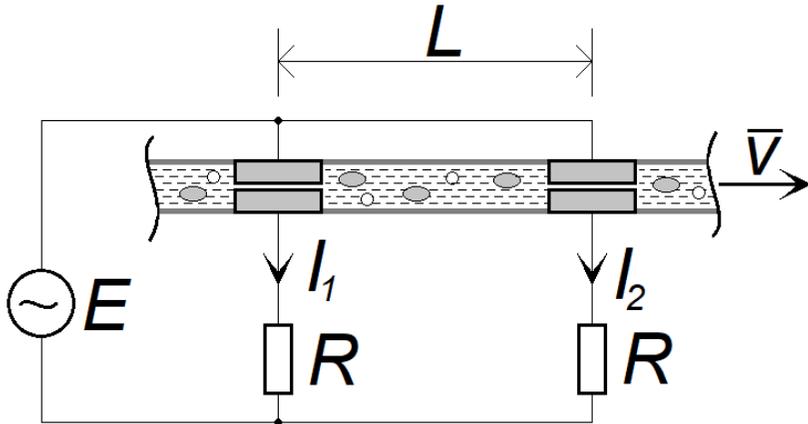


Рис. 2. Функциональная схема расходомера

Характеристики точности подобного измерителя определяются многими факторами, в том числе степенью однородности электрического поля, создаваемого в конденсаторной измерительной ячейке.

Целью данной работы является определение оптимального углового размера электродов конденсаторной ячейки, обеспечивающего максимальной однородности формируемого электрического поля, на основе использования методов математического моделирования.

Задачей математического моделирования поля конденсаторной ячейки является получение распределения векторов напряженности электрического поля $\vec{E}(x, y)$ в пространстве ячейки, с целью исследования его однородности.

Расчетная схема поля конденсаторной ячейки приведена на рисунке 3.

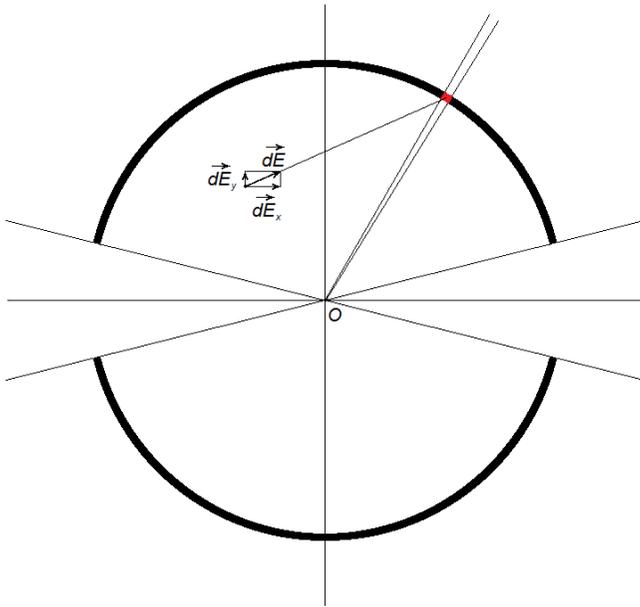


Рис. 3. Расчетная схема

Система электродов представляет сегменты, вырезанные из цилиндрической трубы. Для расчета поля представляем каждый электрод как систему нитей.

Напряженность поля нити определится как:

$$d\vec{E}(a) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau}{\pi\epsilon_0 a}, \quad (1)$$

где a - расстояние от нити (м);
 τ - линейная плотность заряда нити (Кл/м);
 ϵ_0 - электрическая постоянная (Ф/м).

Расчет напряженности поля проводим по принципу суперпозиции полей всех нитей, представляющий поверхность электродов.

$$\vec{E}(x, y) = \int d\vec{E}, \quad (2)$$

Для обеспечения требуемой точности определения диэлектрических характеристик среды, важным является уровень одно-

родности электрического поля, произведем анализ однородности поля (градиента) в зависимости от угловых размеров электродов, подбор оптимальных угловых размеров электродов, обеспечивающих наилучшую однородность электрического поля в контролируемом объеме.

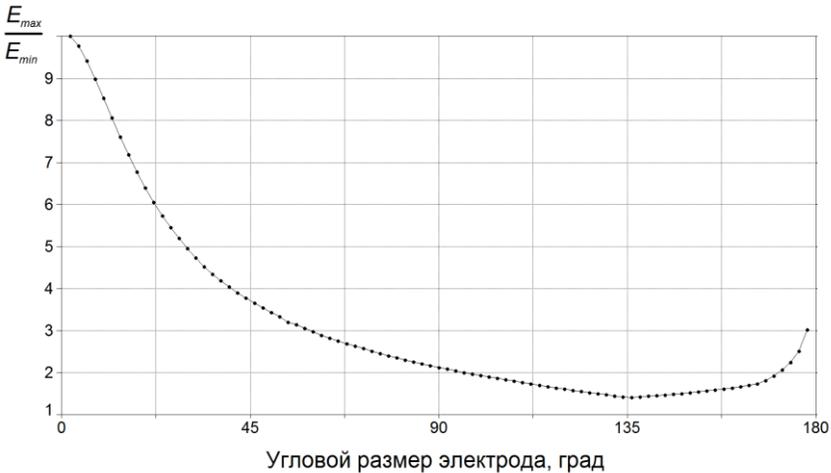


Рис. 4. График зависимости неоднородности $\frac{E_{max}}{E_{min}}$ электрического поля от угловых размеров электродов

На рисунке 4 представлен результат расчета неоднородности $\frac{E_{max}}{E_{min}}$ электрического поля от угловых размеров электродов, на графике имеется минимум соответствующий угловому размеру электрода равного 136 градусам. Данный угловой размер обеспечивает наилучшую однородность электрического поля. При этом достигается $\frac{E_{max}}{E_{min}} = 1,415$, среднеквадратическое отклонение распределения поля составляет $\pm 5\%$.

На рисунках 5, 6 представлены результаты расчета для величины углового размера электрода равного 136 градусам, случай наилучшей однородности поля.

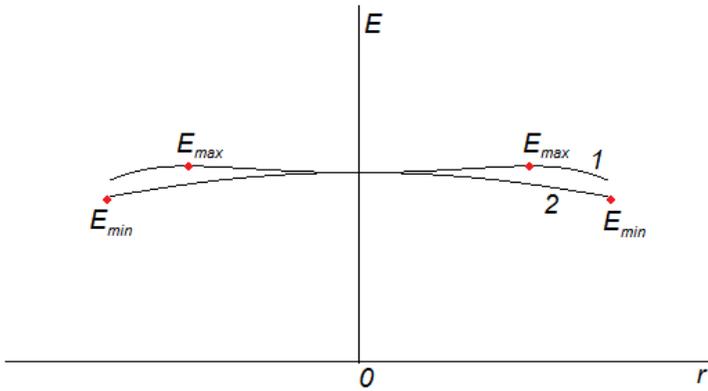
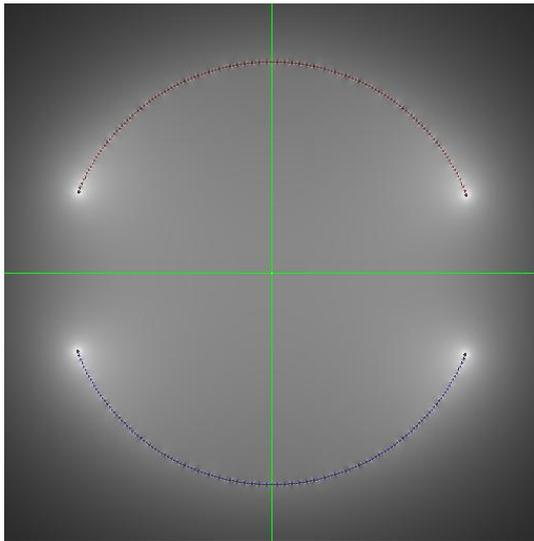


Рис. 5. Пространственное распределение напряженности электрического поля в двух взаимно перпендикулярных сечениях: 1 - горизонтальная ось; 2 - вертикальная ось



$E = 0$



$E = E_{\max}$

Рис. 6. Растровый график пространственного распределения напряженности электрического поля

По результатам математического моделирования распределения электрического поля конденсаторной ячейки, выявлена величина углового размера электродов равная 136 градусам, обеспечивающая наилучшую однородность поля.

Список литературы

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: Справочник: В 2 Кн. / Под ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.
2. Жидкие углеводороды и нефтепродукты. Под ред. М.И. Шахпаронова, Л.П. Филиппова. – М.: Изд-во МГУ, 1989 г., 192 с.
3. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.- 320с. – ISBN 5-9221-0120-X.

**Секция 3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ НУЖД ПРЕДПРИЯТИЙ
ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

УДК 338

**КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ
ЭКОНОМИКИ: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ**

Лаврищева Е.Е., д-р экон. наук, доцент

*Ректор ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Обозначены основные вызовы, стоящие перед высшими учебными заведениями РФ, рассмотрены пути их решения. На примере конкретного инженерного вуза, КГТА им. Дегтярева, показана возможность, необходимость и целесообразность интеграции в научные и промышленные кооперации, активное развитие технологического предпринимательства.

Ключевые слова: инженерное образование, интеграция вузов и промышленных предприятий, технологическое предпринимательство

По данным Росстата, во Владимирской области один из самых низких показателей уровня общей безработицы в Центральном федеральном округе (1,9 процента). По этому показателю Владимирская область занимает 3 место в ЦФО. [1] В разрезе муниципальных образований на начало года самый низкий уровень безработицы – 0,2 процента зафиксирован в Коврове, в Ковровском, Петушинском, Суздальском, Александровском и Кольчугинском районах. Помимо снижения уровня безработицы, на локальном рынке труда отмечается высокий спрос на работников во многих отраслях экономики: на платформе «Работа России» региональные работодатели представили более 22 тысяч вакансий, что превышает численность зарегистрированных безработных в 8 раз.

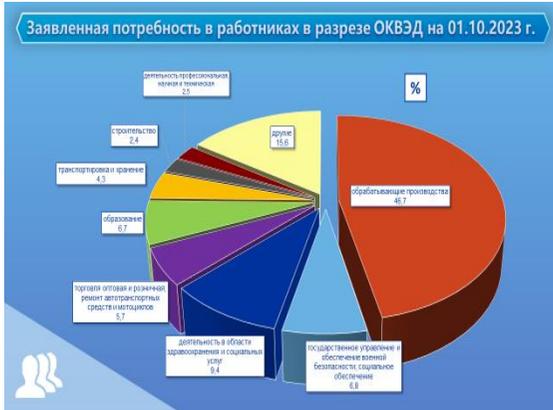


Рис. 1 Заявленная потребность в кадрах

Спрос на рабочую силу наиболее выражен в сфере обрабатывающих производств, учреждениях здравоохранения, в госуправлении, обеспечение военной безопасности и соцзащите.

Опираясь на данную статистику, задачи, обозначенные в Государственной программе Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации" (2), установки Министерства науки и высшего образования, нам видятся вызовы, стоящие перед высшими учебными заведениями и пути их решения следующим образом (рис.2).



Рис.2. Механизм ответа на вызовы современности

Учитывая, что наибольшая потребность в кадрах приходится на обрабатывающую промышленность, а это инженерные кадры, хотелось бы остановиться на тех проектах, которые реализуются нами для более полного обеспечения экономики города и региона именно такими специалистами.



Рис.3. Показатели реализации инженерного образования

Как мы видим, академия по праву считается кузницей инженерных кадров, поскольку 80% программ высшего образования и среднего профессионального образования – это инженерные направления подготовки. Кроме того, активно ведется реализация программ дополнительного профессионального обучения инженерной направленности, а также курсы дополнительного образования для школьников. Доля трудоустроенных выпускников примерно 100%, более 75% из них остаются работать во Владимирской области.

Такой результат, это совместная работы с нашими ключевыми, стратегическими партнерами – предприятиями, вузами и конечно с Правительством области.



Рис. 4. Формы интеграции со стратегическими партнерами

Результатами такой интеграции являются:

- финансирование партнерами создания материально-технической базы вуза: открытие ряда научно-образовательных лабораторий с целью качественной подготовки студентов в рамках целевого обучения, а также реализации программ повышения квалификации работников предприятий;
- создание совместных кафедр на территории вуза, где ведущие кафедрами – ведущие специалисты предприятия (у нас это главные конструкторы предприятий), совместная разработка образовательных программ и модулей с учетом потребностей предприятий;
- реализация учебного процесса в сетевом взаимодействии: часть занятий проходит на базе предприятия-партнера, нагрузка также распределяется между партнерами.

Сегодня мы уже можем говорить о созданных лабораториях и кафедрах, а следовательно, о работающем механизме такого взаимодействия: за последние три года открыты три научно-образовательные лаборатории, кафедра «Интеллектуальные информационные системы и комплексы специального назначения», малое инновационное предприятие «Научно- производственный центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов».



Рис.5. Формы интеграции с предприятиями

Во взаимодействии с ведущими вузами активно используется механизм сетевого сотрудничества как в образовательной, так и в научной деятельности. Нашими партнерами являются МВТУ им. Баумана, МГТУ Станкин, ТулГУ и, конечно, наш опорный вуз – ВлГУ им. Столетовых.



Рис. 6. Формы взаимодействия с ведущими вузами

Проект «Профессионалитет» – результат активного, тесного и эффективного взаимодействия вуза с каждым из своих стратегических партнеров. Создание именно образовательно-производственного кластера для предприятий ОПК – это ответ на потребности региона, города (Ковров – город воинской славы, где производится основная доля продукции ОПК области).



Рис. 7. Формирование образовательно-производственного центра для предприятий машиностроительной отрасли

Проект реализуется на базе энерго-механического колледжа, находящегося в составе академии. Благодаря ему вуз получит возможность в создании 8 современных научно-образовательных лабораторий, а экономика области – ежегодно более 500 специалистов среднего звена, необходимых на наших предприятиях.

Еще одним проектом интеграции вуза в научные и промышленные кооперации является создание Ковровской академии беспилотных авиационных систем «Кречет» (рис. 8).



Рис. 8. Создание в Ковровской академии беспилотных авиационных систем «Кречет»

Данная модель нашла отклик у промышленных компаний, лидеров отраслей: микроэлектроники, композитных материалов, оптических систем. Формируются совместные лаборатории и малые инновационные предприятия. Ведется работа по формированию и оценке РИД.

Таким образом, показано, что интеграция вуза с предприятиями, вузовским сообществом и активное взаимодействие с региональными властями, является именно тем механизмом, который дает синергетический эффект в ответе на главные вызовы современности – кадровую потребность экономики и обеспечение технологического суверенитета.

Список литературы

1. Рынок труда во Владимирской области [Электронный ресурс].– Режим доступа: URL: [http:// 33.rosstat.gov.ru/storage](http://33.rosstat.gov.ru/storage). (04.02.2024).
2. Государственная программа «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» [Электронный ресурс].– Режим доступа: URL: [http:// government.ru/rugovclassifier/858/events/](http://government.ru/rugovclassifier/858/events/). (01.02.2024).

УДК 621.22

МЕТОДИКА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ В ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ

Дарит Я.А., д-р техн. наук, профессор

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярёва»*

Аннотация. В статье рассматривается методика преподавания дисциплины «Гидропривод», основанная на использовании в качестве основного методического приёма обучения имитационного моделирования.

Ключевые слова: методика преподавания, имитационное моделирование, лекции, практические занятия, лабораторные работы, курсовые проекты.

Перемены, происходящие в промышленности, требуют и соответствующей корректировки процесса обучения студентов: изменяются учебные планы, ГОСы, структура системы образования, материальная база и компьютерное оснащение. Это отражается и на преподавании конкретных дисциплин – появляются новые методики, разрабатываемые преподавателями.

Данная статья подготовлена на основе опыта преподавания дисциплины «Гидропривод».

Обстоятельство, которое определили содержание методики – это потребность промышленности получать от ВУЗа выпускника, готового сразу войти в работу после окончания обучения без длительного дообучения на рабочем месте.

Для начала напомним, как выглядела методика обучения дисциплины в прошлом: изучалось устройство (привод, его элемент, система приводов), изучалась теория вопроса, теория закреплялась элементарными практическими расчётами, сопровождалась лабораторными экспериментами (обычно по очень ограниченной программе) и в заключении выполнялся проект по методичке, в котором фигурировали формулы для расчёта, практические реко-

мендации по конструкции и алгоритм расчёта и проектирования. В методический материал могли входить также альбомы с конструкциями, справочники, литература, примеры проектов и т.п.

По факту заключительная часть обучения – проект выглядела однообразной по вариантам тем и конструкций с большим количеством слабо обоснованных решений. И главное, не было у обучающего полноценного способа проверить качество своего проекта.

В новой методике усилена компьютерная составляющая обучения, что в общем-то соответствует общей тенденции развития методик обучения, и сделан акцент на модельное воспроизводство процесса функционирования привода на этапе его проектирования.

Переход на новую методику проходил постепенно в течение многих лет по мере совершенствования компьютерных технологий.

Некоторые возможности для этого возникли ещё с появлением аналоговых машин типа «МН», далее цифровых машины типа «Наири». Затем появилась возможность проверять наши модели на машинах единой серии ЕС и БЭСМ (в сотрудничестве с предприятиями – таких машин в ВУЗе не было).

Но в полной мере на новые принципы работы мы перешли с внедрением персональных компьютеров. Появились и новые программы, в том числе отечественные «СИАМ», «СИМХИД», «СиминТех». При этом постепенно формировалась и новая методика обучения.

В чём основные элементы методики сейчас [1].

1) Все виды занятий (предметные лекции, практика, лабораторные работы, моделирование) проводятся параллельно и синхронно – блоками, и различаются не по виду занятий, а по объектам. Порядок работы на занятиях выстраивается так, что подводит как к итогу к имитационной модели изучаемого устройства. Далее на моделях выполняются расчёты разнообразных характеристик, выполняется многостороннее изучение функционирования устройства и в заключении сравниваются результаты модельных и натуральных экспериментов. Моделирование выполняется с использованием программ, реализующих режим симуляции.

Знакомство с компьютерной программой и приёмами работы с ней проводится в процессе собственно моделирования.

2) Лекции имеют традиционный вид, но дополняются порядком разработки имитационной модели и демонстрациями модельных характеристик.

3) Практические занятия включают, на начальных этапах, решение простых типовых задач аналитическими методами, затем дублирование этих решений модельными расчётами. Затем разрабатывается динамическая модель для исследования функционирования устройства и решается индивидуальная для каждого студента задача по теме. В заключение индивидуальная библиотека моделей студента пополняется вновь разработанной моделью, обычно в виде субблока.

4) Лабораторные занятия. На разработанной на практическом занятии модели проводится модельный эксперимент. Часть экспериментальных лабораторных работ заменяется на модельное экспериментирование. Проводятся параллельные сравнительные модельные и натурные эксперименты.

5) С середины семестра начинается проектирование в рамках РГР.

Круг вопросов по технике моделирования, который рассматривается попутно в процессе работы, следующий:

- Что такое модель технического устройства, её варианты, аналитическое представление модели, графическая форма представления модели.

- Основные приёмы моделирования. Структурные схемы. Блоки. Субблоки. Модельные шаблоны.

- Расчёты типовых характеристик гидравлических устройств: статических, динамических, энергетических.

- Модельный эксперимент – как аналог натурального эксперимента.

- Обобщение приёмов моделирования на устройства разной технической природы (классификация уравнений, методы аналогии).

- Использование различных библиотек программы для решения задач.

- Формирование индивидуальной библиотеки моделей и её использование в работе.

В результате в этой методике центром (предметом) становится имитационная модель с описанием устройств в форме алгебро-дифференциальных систем уравнений, что и позволяет моделировать их функционирование.

Все остальные элементы обучения подчинены этой центральной задаче.

Основные положительные стороны методики.

1. Учебный процесс, проводимый по этой методике, характеризуется единством и системностью, что традиционно сложно решаемая задача для специальной технической дисциплины. Для которой к тому-же обычно нет или мало методической и специальной учебной литературы. Методику характеризует также универсальность, унифицированность, высокая степень обобщения получаемых результатов, возможность максимального разнообразия решаемых задач при малых затратах времени. Более углублённое понимание предмета.

2. Увеличивается вовлечение в моделирование знаний других учебных предметов: математики, механики, гидравлики, теории управления и др., которые студенты получили ранее.

3. Существенно повышается интерес студентов на занятиях, повышается тонус, настроение. Студенты наглядно видят прогресс в своих профессиональных навыках.

Недостатки методики. К недостаткам методики можно отнести большую предварительную работу, которая требуется от преподавателя, особенно в части подготовки ответов (модельных) для текущих заданий для студентов. Это связано с тем, что задания индивидуализируются, обладают большим разнообразием, а контроль требуется оперативный.

Есть сложности и в части обучения студентов, имеющих пропуски занятий, так как вся работа построена на активном участии преподавателя в каждом элементе занятия: работа в аудитории носит характер совместного моделирования студентов и преподавателя.

Список литературы

1. Даршт, Я.А. Имитационные модели гидропневмоустройств и приводов: монография / Я.А. Даршт. – Ковров: ФГБОУ ВО «КГТА им. В.А. Дегтярёва», 2019. – 236 с.

УДК 004.9

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ОПК

*Зяблицева О.В., канд. техн. наук;
Котов В.В., канд. техн. наук, доцент*

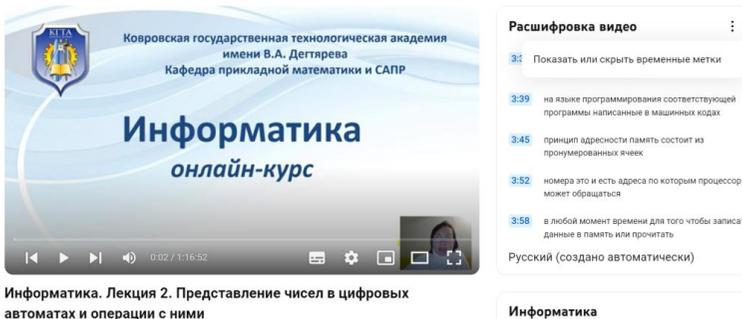
*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье рассматривается использование сервисов Яндекс и инструментов командной работы в реализации учебного процесса.

Ключевые слова: информационные технологии, дистанционные технологии, программирование, контроль знаний, командная работа, искусственный интеллект.

На текущем этапе развития образования частичный переход на дистанционные технологии, технологии обучения в электронной форме крайне важен, актуален и является естественной формой образовательного процесса в современном вузе. В данной статье рассматривается опыт использования сервисов Яндекс в организации учебного процесса и подготовке кадров для предприятий ОПК. Также предлагается отечественная альтернатива таким инструментам командной работы как Trello/Jira.

Внедрение инструментов искусственного интеллекта в учебный процесс на различных уровнях является современным трендом и, при грамотном использовании, позволяет существенно облегчить труд преподавателя в подготовке материалов для дистанционных курсов. Мы используем YandexGPT для расшифровки видео (рис.1) и подготовки кратких конспектов лекций (рис.2).



Информатика. Лекция 2. Представление чисел в цифровых автоматах и операции с ними

Рис. 1. Расшифровка видео

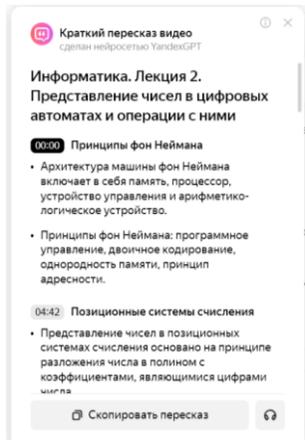


Рис. 2. Конспект лекции

В перспективе планируется изучить возможности инструментов ИИ для автоматизации проверки развернутых ответов студентов, например, при проведении итогового государственного экзамена.

Сервис Яндекс. Контест используется нами для онлайн-проверки заданий по программированию. Решения проверяются автоматически с помощью набора тестов, составленных авторами заданий. Удобная панель администратора позволяет загружать свои задания, публиковать ссылку на них, общаться с участниками и анализировать результаты. Возможна настройка различных форматов временных ограничений. Результаты в реальном времени ото-

бражаются в итоговой таблице, информация обновляется каждую минуту. Система сравнивает коды, логику и стиль решения участников, помогая исключить плагиат [1].

Обучение программированию предполагает большое количество практических заданий. Постоянный контроль правильности их выполнения без применения средств автоматизации затруднителен.

Возможности Контеста, позволяют успешно использовать его на различных этапах обучения:

1. Обучение программированию, текущий контроль индивидуальной работы студентов во время занятий. В процессе изучения нового материала на лекции можно давать небольшие общие задания и сразу увидеть результаты.

2. Выполнение индивидуальных контрольных заданий. Задания выполняются с открытыми тестами, что позволяет студенту выявить логические ошибки в программе.

3. При изучении алгоритмов и решении задач их оптимизации, Контест позволяет сравнивать различные варианты решения по используемой памяти и времени выполнения. Можно использовать элементы соревнования, сравнивая решения, предложенные разными студентами.

4. На экзамене устанавливается лимит времени на решение с возможностью индивидуального старта. Таким образом, все студенты находятся в равных условиях. При проведении экзамена используются как открытые, так и закрытые тесты. Таким образом проверяется умение самостоятельного тестирования кода. Рейтинговая таблица на экзамене для студентов закрыта.

5. На госэкзамене Яндекс. Контест используется для решения практической части.

6. Проведение олимпиады по программированию. Используется контроль кода для исключения плагиата.

7. Использование в дистанционном контроле знаний. Если экзамен проходит онлайн, то можно задавать вопросы экзаменатору, используя сообщения.

Для использования Контеста необходимо:

1. Получить доступ администратора. Регистрация бесплатная.
2. Создать задачи, выбрав тип задачи, задать условие и тесты.



Рис. 3. Настройка задачи

3. Настроить соревнование, выбрав время, лимиты, набор задач, используемые компиляторы и др.
4. Разослать приглашение (ссылку) на соревнование участникам.
5. Стартовать соревнование. Участники для входа используют свой Яндекс ID и могут сами регистрироваться в соревновании, если регистрация открытая.

Во время соревнования:

- администратор и участники, если не запретить, могут видеть турнирную таблицу.
- Администратор видит все послышки участников, может их отфильтровать. Участник видит только свои послышки.

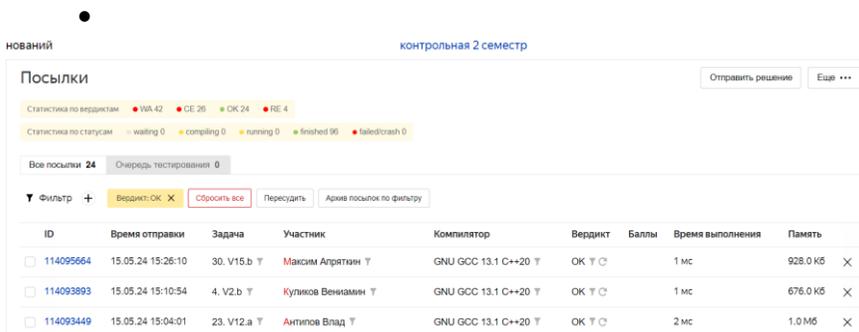


Рис. 4. Отображение посылок

• Администратор может просмотреть любую посылку участника, результаты тестирования, программный код.

Посылка ID 114095664

15:26, 15 мая 2024

Перетестировать Скачать

Вердикт: ОК ▼ ⚙

Контекст: 50006: контрольная 2 семестр

Участник: Максим Апраткин ▼ ✉

Задача: 30. V15.b ▼ ⚙

Компилятор: GNU GCC 13.1 C++20 ▼ ⚙

IP пользователя: 84.53.244.73

Тесты Логи Исходный код

Раскрыть все

Номер теста	Ресурсы	Вердикт
tests/01	1 мс / 800.0 Кб	OK
tests/01	1 мс / 928.0 Кб	OK
tests/02	1 мс / 804.0 Кб	OK
tests/03	1 мс / 672.0 Кб	OK

Посылка ID 114090813

14:23, 15 мая 2024

Перетестировать Скачать

Вердикт: ОК ▼ ⚙

Контекст: 50006: контрольная 2 семестр

Участник: Дудрова Мария ▼ ✉

Задача: 2. V1.b ▼ ⚙

Компилятор: GNU GCC 13.1 C++20 ▼ ⚙

IP пользователя: 84.53.244.73

Тесты Логи Исходный код

0xFF

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <vector>
#include <string>
#include <algorithm>

using namespace std;
struct Passenger {

    int ticketNumber;
    string lastName;
```

Рис. 5. Просмотр результатов посылки

Виды задач, используемые в Контексте [2]:

1. Задача с выбором правильного ответа. В такой задаче пользователь выбирает один или несколько верных ответов из предложенных вариантов.

2. Текстовая задача с открытым ответом. В такой задаче пользователь вводит ответ текстом.

3. Задача, где в ответе участники указывают код на языке программирования, выполняющий вычисления согласно условию. При выполнении программы расходуется процессорное время и используется определенный объем памяти, которые Контекст изме-

ряет и может ограничить. Это особенно важно для задач на поиск оптимального решения.

4. Интерактивная задача. В рамках интерактивной задачи участнику нужно реализовать код, который будет взаимодействовать с определенной программой (интерактором), и на основе данных от интерактора решить поставленную задачу. Примеры таких задач: игра в шахматы или шашки, игра в крестики-нолики, игра «больше-меньше».

5. Проверка задач с помощью своего скрипта. Если вам не подходит архитектура задач по программированию, в Контесте можно настроить поведение системы при получении решений от пользователей. Создайте задачу, в которой пользователь должен реализовать определенную функцию. Вы можете оценить задачу в определенное количество баллов. Чтобы проверить ответ, используйте встроенную в язык систему unit-тестирования.

Таким образом, использование Яндекс. Контеста в преподавании дисциплин, связанных с программированием, позволяет повысить объективность оценки знаний, снижает нагрузку преподавателя на проверку работ, но, в то же время требует дополнительных затрат на подготовку заданий и тестов, позволяет выработать у студентов внимательность к деталям задания и ограничениям, позволяет проводить дистанционный контроль знаний по программированию.

Для современного специалиста важно не только обладать высокой профессиональной квалификацией, но и обладать навыками работы в команде, в том числе дистанционной. До недавнего времени наиболее распространенными инструментами организации командной работы были AtlassianTrello и Jira, которые свернули свою деятельность в России и Беларуси. В качестве альтернативы данным сервисам предлагается отечественная разработка Kaiten — инструмент для управления задачами, проектами и командами. Kaiten собирает все рабочие процессы команды в одном месте. И особенно сервис подойдет тем, кто использует гибкие методы работы Scrum и Kanban[3].

Задачами можно управлять в любом удобном формате (рис.6).

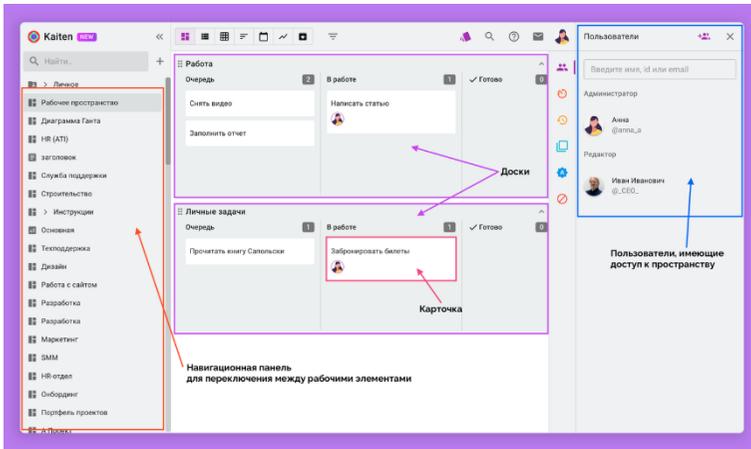


Рис. 6. Пример рабочего окна Kaiten

Для использования в учебном процессе важно, что компания предоставляет бесплатную версию сервиса без ограничений по времени.

Использовать этот инструмент можно для организации командной работы студентов в рамках выполнения домашних заданий, проектов и курсовых работ. В качестве примера можно привести домашнее задание в курсе программирования.

Домашнее задание выполняется в минигруппах по 2-3 человека.

В работе над проектом может использоваться Kaiten — облачная программа для управления проектами. Рекомендуется использовать парадигму для управления проектами, известную как канбан, метод управления разработкой, реализующий принцип «точно в срок» и способствующий равномерному распределению нагрузки между работниками.

В каждой группе выдаются роли:

- Руководитель проекта
 - определяет цели, задачи, общую структуру проекта и план работ;
 - ставит задачи остальным участникам и определяет сроки исполнения;
 - принимает выполненную работу у других членов группы;
 - готовит техническую документацию по проекту (отчет);

– сдает законченный проект преподавателю, оценивая вклад каждого члена группы.

- Программист

– пишет программную реализацию проекта в соответствии с разработанной структурой. Программный код должен быть оформлен в соответствии с принятыми требованиями.

- Тестировщик

– разрабатывает программу тестирования, проводит тестирование и оформляет результаты.

Таким образом, в статье рассмотрен опыт практического использования некоторых современных информационных технологий в подготовке кадров для ОПК на кафедре ПМ и САПР КГТА.

Список литературы

1. Журнал Академии Яндекса – URL: <https://academy.yandex.ru/journal>.
2. Справочная система Яндекс – URL: <https://yandex.ru/support/contest-management/index.html>.
3. Обзор Kaiten – URL: <https://faq-ru.kaiten.site>.

УДК 004.9

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ОПК

*Котов В.В., канд. техн. наук, доцент,
Зяблицева О.В., канд. техн. наук*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье рассматриваются методические аспекты использования отечественного программного обеспечения при подготовке студентов технических специальностей

Ключевые слова: импортозамещение, отечественное программное обеспечение.

Согласно исследованиям, проведенным Национальным объединением организаций в сфере технологий информационного моделирования (НОТИМ) в 2023 году «48% российских проектировщиков до сих пор используют зарубежные САПР» [1]. По оценке этой организации, переход на отечественные САПР займет три-пять лет.

Для этого есть объективные причины. Любой процесс миграции на новый программный продукт является весьма болезненным для персонала, при этом затраты на выполнение типовых операций могут значительно увеличиться.

Но несмотря на всю сложность, переход на отечественный САПР неизбежен. Например, американский разработчик САПР для строительства, проектирования и промышленного дизайна Autodesk с 20 марта этого запретил российским компаниям использовать свои программные продукты (ранее сервисы Autodesk были доступны, несмотря на прекращение продаж).

Есть отрасли ПО, в которых отечественный софт действительно привлекательно выглядит, например, ПО для бизнес-задач: Битрикс24, 1С и т.д. Но, например, прямых российских аналогов ОС и офисных пакетов от Microsoft нет и в ближайшее время не появится.

Для предприятий ОПК в соответствии с законодательством предъявляются строгие требования по переходу на использование отечественных операционных систем и прикладного программного обеспечения.

Одним из драйверов перехода на отечественное программное обеспечение могут стать высшие учебные заведения, подготавливающие специалистов – пользователей отечественных систем САПР, а также прикладного программного обеспечения.

Проведенный анализ показал, что на предприятиях города наиболее востребованными являются следующие системы:

1. Весь пакет продуктов АСКОН: Компас 3D (система трехмерного проектирования), Вертикаль (САПР технологических процессов), ЛОЦМАН:PLM (система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия) и т.д. Вообще продукция ком-

пании АСКОН на сегодняшний день является наиболее продаваемой в России.

2. Продукты Интермех (Беларусь) для комплексной автоматизации технической подготовки производства: это Search, Techcard, IPS.

3. ADEM – CAD/CAM/CAPP/PDM система ADEM-VX

4. Логос (разработка Росатом) – система автоматизации инженерных расчетов в таких отраслях, как авиастроение, двигателестроение, энергетика и т.д.

5. Simintech – среда динамического моделирования технических систем в разных областях.

6. Продукты Нанософт – отечественный разработчик средств САПР в области машиностроения, архитектуры и строительства.

Разумеется, все отечественные продукты перечислить просто невозможно, но наиболее крупные были названы. Многие из этих программ уже используются в учебном процессе подготовки бакалавров и магистров. Кроме того, ряд предприятий проявляют заинтересованность в переподготовке сотрудников для работы в отечественных САПР силами вузов. За 2 последних года на курсах по CAD/CAM повышения квалификации в КГТА обучилось более 50 специалистов. Причем, что характерно, запросы предприятий включают не только базовое моделирование, но и, например, прочностной анализ в системе АРМ FEM для Компас – раньше для решения подобных задач традиционно использовался Solidworks или Inventor.

Второй задачей, стоящей перед вузами, является подготовка разработчиков под отечественные САПР. И речь в данном случае не идет о глобальных разработках, выполняемых силами корпораций. Зачастую у предприятия возникает локальная задача, которая должна быть решена достаточно быстро силами своего ИТ-подразделения. Для подготовки таких специалистов можно и нужно изучать разработку модулей под отечественное ПО, например, в КГТА есть опыт обучения студентов разработке расчетных модулей под Компас-3D.

Третья задача – подготовка специалистов, владеющих базовыми навыками работы с отечественными операционными системами и прикладными пакетами офисных программ. К таким системам относятся, например, Astra Linux, Альт Linux и т.д. с офисными пакетами типа LibreOffice.

Одна из сложностей в подготовке студентов по указанным направлениям – обеспечение и поддержка большого количества разнородного и постоянно изменяющегося набора программных средств. Возможным решением этой проблемы является использование технологий виртуализации. Данные технологии применяются в учебном процессе кафедры ПМ и САПР с 2015 года [2].

Суть заключается в использовании специальных программ – виртуальных машин, позволяющих эмулировать аппаратное обеспечение некоторой платформы (компьютера) и устанавливать на него операционные системы и приложения. На сегодняшний день существует большое количество программных виртуальных машин как иностранного, так и отечественного производства, например, ROSA Virtualization, ORACLE Virtual Box, VMWare Workstation и др. Несмотря на разницу в интерфейсе, идеология всех этих виртуальных машин является одинаковой.

В учебном процессе студент, в зависимости от поставленных задач, может использовать заранее созданную виртуальную машину или самостоятельно установить и настроить операционную систему. При этом, благодаря поддержке аппаратной виртуализации всеми современными процессорами, скорость работы виртуальной машины будет практически такой же, как и у аппаратной.

При этом виртуальная машина дает ощутимые плюсы: возможность использовать широкий спектр операционных систем и программ, возможность запускать клиент-серверные приложения на одной физической машине с использованием двух виртуальных (на одной – клиентская система, на другой – серверная). К примеру, именно в такой конфигурации реализовывалась работа с системой ИНТЕРМЕХ: сервер и клиенты были установлены в виртуальные машины, и для работы преподавателю было достаточно запустить сервер и подключить аппаратный ключ, а студентам – просто запустить виртуальную машину и стартовать клиента (Search, TechCard и т.д.).

Также виртуальные машины широко используются для ознакомления с отечественными операционными системами. В качестве примера на рис. 1 приведен скриншот интерфейса ОС Альт с текстовым процессором LibreOffice и САД-системой Freecad. Разработчик системы – компания «Базальт СПО», продукт включен в Единый реестр российских программ, обладают встроенными про-

граммными средствами защиты информации, сертифицированы Федеральной службой по техническому и эксплуатационному контролю России.

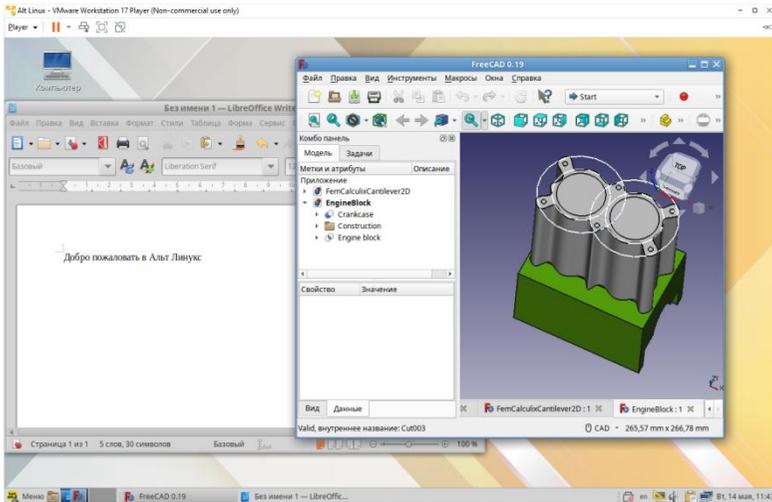


Рис. 1. Интерфейс ОС Альт в среде виртуальной машины

Многолетний опыт использования виртуальных машин на кафедре ПИМ и САПР позволяет с уверенностью утверждать, что их использование позволяет эффективно обучать студентов и гибко реагировать на требования работодателей в области наборов программного обеспечения.

Список литературы

1. Половина проектировщиков в РФ вцепились в иностранный САПР – режим доступа: <https://www.comnews.ru/projects/import-substitution/news/226333/polovina-proektirovshchikov-rf-vcepilis-inostrannuyu-sapr> (дата обращения – 15.12.2023).

2. Котов, В.В. Виртуальная инфраструктура VMWare и ее применение в образовательном процессе // Вооружение. Технология. Безопасность. Управление: материалы VII научно-технической конференции аспирантов и молодых ученых с международным участием. – Ковров: КГТА, 2015. – С. 264-267.

УДК 378.147

**БИЗНЕС И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ
ФОРМИРОВАНИЯ КВАЛИФИЦИРОВАННОГО
КАДРОВОГО РЕЗЕРВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ**

Люблинский М.С., канд. техн. наук, доцент

*ФГОБУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»;*

*Желтова Н.М., руководитель направления по работе с молодежью
ГК «Аскона»*

Аннотация. В статье рассматривается проблема нехватки квалифицированных кадров и пути решения этой проблемы

Ключевые слова: профессиональная ориентация, проектное обучения, акселератор, платформа НТИ.

Сегодня предприятия столкнулись с очередной серьезной проблемой – нехватка персонала как по количеству, так и по качеству. Причин тому много. Назову лишь некоторые. Это результат и демографических ям, приводящих к снижению численности населения. Владимирская область, например, лидер по смертности населения ЦФО. У нас смертность превышает рождаемость в 3 раза [1]. Это и политическая ситуация, приводящая к оттоку специалистов, и спецоперации, и просто нежелание молодых специалистов идти в наемные работники, поскольку средняя зарплата в России примерно равна пособию по безработице в Германии.

Что делать бизнесу в данных условиях? Во-первых, необходимо стать максимально привлекательными для молодежи. Показателями такой привлекательности являются: бережное отношение к имеющемуся персоналу, создание благоприятных, комфортных и безопасных условий на рабочем месте, конкурентный подход в зарплатной политике (и не только с отечественными организациями), расширение пакета социальных льгот, создание возможностей

бесплатно повысить квалификацию в системе внутрифирменной подготовки кадров и др. Тогда у молодежи появится мотивация учиться, с целью последующего трудоустройства в организацию с такими привлекательными условиями труда.

Во-вторых, в процессе комплектации перейти к активным методам подбора персонала, поскольку традиционные инструменты привлечения работников в современных условиях малоэффективны. Кадровым службам необходимо вспомнить, что квалифицированный персонал - это ценный ресурс компании, в добычу которого необходимы инвестиции. Например, активизировать работу по профессиональной ориентации, в рамках которой начать отбор перспективной молодежи. Для этого можно использовать проектные технологии, к примеру, проводить тренинги на реальных кейсах организаций. Как показала практика, студенты с удовольствием участвуют в таких мероприятиях.

На кафедре ЭиГН Ковровской академии имеется некоторый опыт использованием таких технологий при подготовке студентов в рамках акселерационных мероприятий. Занятия проводятся как преподавателями кафедры, так и совместно со специалистами ковровского бизнес-инкубатора. Иногда к таким занятиям привлекаются бизнес-партнеры, благодаря которым программы проходят наиболее интересно и эффективно, поскольку используются бизнес-кейсы, построенные на реальных производственных ситуациях.

Сегодня появился еще один современный инструмент проектной подготовки студентов. В конце прошлого года мы стали участниками акселерационной программы «Лигоград», организованной Санкт-Петербургским государственным экономическим университетом на платформе НТИ. НТИ – означает национальная технологическая инициатива. Это электронная образовательная среда, которая позволяют «сопровождать» проекты студентов по мере их развития: определять этапы, на которых находятся перспективные разработки, оказывать им подходящие меры поддержки, проводить экспертизу работ и др.

В рамках данной программы от Академии были представлены 4 команды. В ходе обучения студентам были прочитаны лекции

представителями бизнес-сообщества Санкт-Петербурга, проведены мастер-классы, осуществлена экспертиза идей и проектов и пр. Это участие помогло повысить уровень студентов-экономистов в области проектной деятельности, поскольку организаторы акселератора «Лигоград» смогли подготовить полезную и интересную программу. В ходе обучения в акселераторе студенты реализовали свои инновационные идеи, оцененные по достоинству квалифицированными экспертами. В дальнейшем полученные знания помогут его участникам осуществить проекты в таких программах как «Умник», «Старт» и других. Или выполнить ВКР в форме «Стартап как диплом». По итогам акселерации наши проекты получили дипломы первой степени. Ребята продолжают проявлять активность. Например, участие их в научных конференциях и других проектах, один из участников получил премию молодым ученым Владимирской области на дальнейшее развитие своего проекта, а другой по итогам научной конференции, проводимой в рамках фестиваля «Студенческая весна» стал «самым умный» студентом Академии. Это почетное звание получает студент, принявший участие в наибольшем количестве секций научной конференции.

Также в процессе работы акселератора в Академии, было проведено большое количество консультаций, организовано два мастер-класса с привлечением квалифицированного игротехника от ковровского бизнес-инкубатора.

Отдельно хотелось отметить положительный пример участия бизнеса в данной программе. Так при работе по одному из проектов было принято решение обратиться в Группу компаний «Аскона» для проведения краш-теста идеи проекта, которая соответствовала профилю бизнеса компании. Благодаря оперативной реакции на просьбу Натальи Желтовой, руководителя направления по работе с молодежью многопрофильного холдинга AskonaLifeGroup, была организована встреча коммерческого директора ГК «Аскона» Елены Корчаговой с участниками проекта. На этой встрече ребята изложили суть проекта, его конкурентные преимущества, бизнес-план по его реализации. Представитель компании доходчиво и деликатно объяснил членам команды сильные и слабые стороны про-

екта, благодаря чему ребята скорректировали проект и успешно представили его федеральным экспертам на платформе НТИ. *«Мы видим большой потенциал при работе со студентами. Подобные встречи позволяют нам не просто формировать кадровый резерв из талантливой молодёжи, но и обмениваться опытом, смотреть на современные бизнес-процессы глазами молодых специалистов, прислушиваться к ним. Обучение и развитие молодых студентов - это наша приоритетная задача, и мы гордимся тем, что сотрудничаем с ведущими учебными заведениями, чтобы помочь ребятам стать успешными профессионалами. Мы рады быть частью их образовательного пути и надеемся, что сотрудничество с нами принесет им много положительных и важных опытов и знаний»*, - отметила Наталья Желтова, руководитель направления по работе с молодежью ГК «Аскона».

Продолжением такой работы может быть участие представителей бизнеса в программе «Стартап как диплом». Задание на ВКР могут предложить представители компаний в виде реального кейса. Выполнение этого задания может быть одним из условий приема на работу в эту компанию.

Т.о. включение в процесс обучения работодателей, применение проектных технологий, в т.ч. самых современных улучшает подготовку будущих специалистов, повышает их мотивацию и помогает формировать работодателям устойчивый резерв профессионалов для последующей работы на предприятиях.

Список литературы

1 Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации: официальный сайт. – Москва, 2024. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 15.05.2024).

УДК 331.1

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР КАК БАЗА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА

Щурилов А.В., канд. экон. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье рассматриваются пути и инструменты создания образовательного машиностроительного кластера для подготовки кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Ключевые слова: инновационная экономика, машиностроение, учреждение среднего профессионального образования, кластер, образовательная программа.

Переход к инновационной экономике – стратегическая задача современной России. Ее решение напрямую связано с базовой отраслью экономики – машиностроением, развитие которой сегодня выступает одним из приоритетов политики государственного управления. Среди основных задач «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» – развитие кадрового потенциала в сфере науки, образования, технологий и инноваций [1].

Владимирская область является одним из ведущих регионов России. Свыше 40% объема промышленной продукции региона производится предприятиями машиностроительной отрасли. Особую роль играют предприятия оборонно-промышленного комплекса (далее – предприятия ОПК). «В настоящее время в условиях технического перевооружения, проведения реконструкции и модернизации предприятий оборонно-промышленного комплекса вопросы подготовки кадров с учетом применения новейшего современного

оборудования и прогрессивных подходов к разработке технологических процессов приобретают большую актуальность» [3].

Переход машиностроительного производства предприятий ОПК в инновационную фазу развития напрямую зависит от качественных и количественных характеристик специалистов, работающих в отрасли. Растут требования к уровню профессиональной квалификации работников. Эта потребность в специалистах нового типа связана с модернизацией оборудования и технологий, расширением объемов производства, номенклатуры выпускаемой продукции, освоением новых рынков. Модернизация выступает объектом управления, обуславливая поиск новых подходов, реализующих стратегию инновационного развития современной системы профессионального образования.

В настоящее время выделяются следующие проблемы и противоречия в данной сфере [2]:

- возросшие требования к кадрам машиностроительной отрасли в связи с развитием инновационных процессов и изменением условий современного производства;
- растущая потребность машиностроительной отрасли в кадрах нового типа, обусловленная инновационными процессами;
- объективная потребность в новых моделях подготовки кадров.

Сегодня персонал должен обладать специфическими особенностями: высокая степень адаптивности к изменяющимся обстоятельствам, новым функциям и условиям труда, восприимчивость к инновациям, обладание несколькими компетенциями, осознанное чувство ответственности.

Необходимо построение новой образовательной структуры, обеспечивающей «штучную» подготовку особо востребованных на производстве специалистов, возможность мобильного удовлетворения заказа предприятия на кадры определенного уровня квалификации и профиля. Таким образом, существует объективная потребность в создании перспективных моделей подготовки кадров, отвечающим современным требованиям отрасли и социума.

В качестве базовой структурно-функциональной модели подготовки кадров целесообразно предложить создание **образовательного машиностроительного кластера** (далее – ОМК) на основе построения многофункционального взаимодействия учебного

заведения с предприятиями (профессиональная ориентация, обучение профессии, повышение квалификации). Одним из центральных компонентом системы будет учреждение среднего профессионального образования (далее – УСПО), которое будет реализовывать образовательные программы, разработанные с учетом требований предприятий машиностроительного комплекса, выпускающих спецпродукцию. Базой может выступать создание единого регионального Центра управления с научно-методическим обеспечением.

Основные характеристики ОМК:

- общая цель (решение кадровых проблем инновационного машиностроения);
- единая нормативно-правовая основа деятельности субъектов;
- разработанный механизм взаимодействия между субъектами;
- единая технология реализации кластерного подхода.

Система компетенций будет формироваться в процессе обучения на основе сочетания теоретического обучения с инженерной производственной подготовкой (акцент на практическую подготовку). Большую роль в этом призваны сыграть расположенные на территории региона (муниципальных образований) учебных заведений среднего профессионального образования, где осуществляется подготовка кадров. Необходимо сблизить образование и производство. Необходимо создание гибких вариативных моделей многоуровневой подготовки кадров, учитывающих динамику изменения внешней среды и специфику машиностроительных предприятий оборонно-промышленного комплекса.

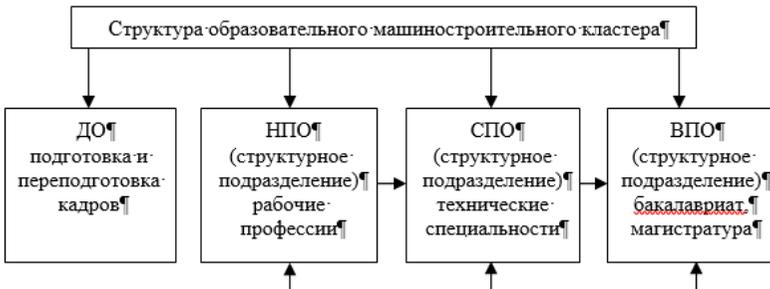


Рис. 1. Структура ОМК

Представленную на рис. 1 структуру ОМК возможно реализовать как на региональном, так и на муниципальном уровне. Особенности образовательного процесса будут выступать горизонтальные и вертикальные варианты обучения (параллельное высшее образование, сокращенные формы обучения, освоение рабочей профессии в процессе реализации образовательных программ). Взаимодействие может реализовываться виртуально с использованием ИТ технологий, а также через реальное взаимодействие образовательных учреждений с целью совместной реализации образовательных проектов.

Необходимо разработать и внедрить:

- нормативно-методические материалы, обеспечивающие реализацию системы подготовки кадров для предприятий ОПК;
- образовательный маркетинг для обозначения целевых ориентиров образовательной деятельности;
- образовательные программы по требуемым специальностям;
- схему многоканального финансирования УСПО;
- системные отношения УСПО с промышленными предприятиями для повышения эффективности обучения;
- программы содействия трудоустройству рабочих и специалистов после окончания обучения на территории региона (муниципального образования).

Кластерный подход позволит осуществлять постоянный доступ к информации о рынке труда, своевременное уточнение структуры, востребованности кадров на рынке труда, учет требований работодателей по содержанию профессиональной подготовки, эффективную реализацию практики студентов на предприятиях, оценку качества подготовки кадров независимыми экспертами.

Реализация данного подхода невозможна без системного взаимодействия субъектов (региональные власти, УСПО, центры занятости и т.д.) – профессиональной ориентации, обучения, воспитания, профессионального развития, трудоустройства и повышения квалификации.

Практика функционирования региональных УСПО показывает необходимость преобразования этих структур через:

- финансовое обоснование необходимости реорганизации;

- распределение управленческих функций между органами регионального и муниципального управления, предприятиями и учебными заведениями;

- определение этапов, механизмов и перспектив интеграции;

- изменение содержания образовательных программ в соответствии с техническими задачами конкретных промышленных предприятий;

- усиление практикоориентированности.

Важнейшей предпосылкой реализации модели ОМК будет трехуровневое взаимодействие всех его субъектов:

1 уровень: Формирование образовательного заказа (маркетинговые исследования образовательных услуг, профориентационная работа).

2 уровень: Реализация образовательного заказа (все стадии образовательного процесса, оценка профессиональной подготовки выпускника)

3 уровень: Трудоустройство (адаптация и карьерный рост).

Реализуемые образовательные программы в случае необходимости должны быть адаптированы к сокращению сроков подготовки специалистов при сохранении качества образования. Реализация образовательных программ в комплексе будет создавать основу для построения единого образовательного пространства.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ. Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года от 08.12.2011г. №2227-п. – Режим доступа: URL: https://www.pguas.ru/images/pdf/nauka/nirs/2227_post.pdf

2. Кадырова, Х.Р. Вариативное проектирование системы многоуровневой подготовки кадров для машиностроительных предприятий региона на основе интегративного подхода / Х.Р. Кадырова. – Режим доступа: URL: <https://www.core.ac.uk/download/pdf/197477103.pdf>

3. Малиновская, Е.А. Современные тенденции подготовки и развития кадрового потенциала машиностроительных предприятий / Е.А. Малиновская. – Режим доступа: URL: <https://www.cyberleninka.ru/article/n/>.

УДК 343.9

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Фёдоров А.Ф., канд. психол. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»;
старший научный сотрудник ФКУ НИИ ФСИН России, г. Москва*

Аннотация. Статья посвящена анализу состояния и перспектив подготовки кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса с учетом профессионально важных характеристик. Под профессионально важными характеристиками понимаются индивидуальные качества субъекта труда, влияющие на эффективность профессиональной деятельности и успешность ее усвоения. Деркач и Н. В. Кузьмина определяют профессионально значимые качества как «проявление психологических особенностей личности, необходимых для усвоения специальных знаний, способностей и навыков, а также для достижения общественно приемлемой эффективности в профессиональном труде». Профессионально-значимые характеристики, под которыми понимаются свойства субъекта труда в целом, не могут рассматриваться как нечто однозначно заданное и неизменное. К профессионально важным характеристикам относят свойства внимания, профессиональную память, способности и др. Профессионально важные свойства внимания, такие как интенсивность его концентрации, устойчивость, быстрота переключения - по-разному выступают в различных видах деятельности. Один из способов совершенствования профессиональной памяти заключается в формировании соответствующих мотивов и установок. Для формирования современного творческого специалиста важно всестороннее развитие интеллекта, а не только узкая специализация. По мере профессионализации успешность деятельности все в большей мере

определяется всей структурой профессионально важных характеристик. Возрастает роль свойств личности.

Ключевые слова: саморегуляция, профессионально - важная характеристика, деятельность, работник предприятий оборонно-промышленного комплекса, креативность, профессионализм.

Современное состояние проблемы говорит о необходимости проведения исследования, которое должно ориентироваться на выявление динамики психологических компонентов. Кадровое подразделение оборонных предприятий должно осуществлять свою деятельность с учетом общих задач. Для подготовки специалиста предприятий оборонно-промышленного комплекса необходимы профессионально-важные характеристики. Успешность профессиональной деятельности специалиста предприятий оборонно-промышленного комплекса зависит от многих факторов, среди которых значительное место принадлежит не только умению конструктивно разрешать трудные задачи, но и проявлять творческую инициативу. Личностный рост индивида, формирование и развитие креативности работников предприятий оборонно-промышленного комплекса – это процесс развития их личности, получение профессионального опыта. Подготовка кадров невозможна без их личностного развития, развития саморегуляции работников предприятий оборонно-промышленного комплекса. Для саморегуляции в профессиональной деятельности необходимы профессионально-важные характеристики самореализации себя. К профессионально-важным характеристикам успешных сотрудников предприятий оборонно-промышленного комплекса относятся: высокие коммуникативные способности, креативность, адекватная стратегия поведения в трудных ситуациях, высокая способность к самоуправлению.

Сегодня возрос интерес к проблеме личностно-профессионального становления работников предприятий оборонно-промышленного комплекса. Современное состояние проблемы говорит о необходимости изучения динамики психологических компонентов саморегуляции. В новых условиях функционирования промышленные предприятия столкнулись с серьезной проблемой в области обеспечения производства

высококвалифицированными кадрами [1,5]. Комплексное изучение успешности профессиональной деятельности работников предприятий оборонно-промышленного комплекса предполагает исследование и самой деятельности работника, и его индивидуально-типологических особенностей, определяющих эффективность той или иной деятельности. От возможности обеспечения предприятий оборонно-промышленного комплекса высококвалифицированными специалистами зависит безопасность России [3,4]. Сегодня необходимо решать проблему подготовки кадров предприятий оборонно-промышленного комплекса, их личностно-профессионального становления. Дефицит человеческого ресурса является стоп-фактором в развитии предприятий оборонно-промышленного комплекса [2]. Профессионально-важные характеристики кадров специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса определяют успешность и продуктивность деятельности. Рассматривая понятие «профессионально важные качества», можно отнести к ним психологические особенности сенсорной, мыслительной, моторной деятельности, а также особенности внимания, мышления, памяти, эмоционально-волевой сферы и особенности личности.

Ю.П. Поваренков выделяет специальные профессиональные качества, которые образуют структуру качеств, определяющие специалиста [6]. Наиболее полно содержание базовых компонентов профессиональной деятельности раскрыто в концепции системогенетического анализа деятельности В.Д. Шадрикова [7].

В этой связи на первый план выходит необходимость особого направления. Необходимо определить личностные компетентности, способствующие успешности в профессиональной деятельности. Это обуславливает актуальность саморегуляции в профессиональной деятельности работников предприятий оборонно-промышленного комплекса. Уровень саморегуляции профессиональной деятельности зависит от уровня сформированности такого психологического образования как самооценка. Структура технологий, направленная на становление механизма саморегуляции профессиональной деятельности включает средства делового общения и тренинговых процедур,

которые могут быть направлены на коррекцию неблагоприятных особенностей личности. Саморегуляция профессиональной деятельности детерминирована воздействием системы компонентов (эмоционально-волевого интеллектуального, коммуникативного, мотивационно-организационного), которые характеризуют процесс формирования профессионально-важных характеристик.

Это отчетливо осознается в необходимости повышения в деле обеспечения процесса саморегуляции и самореализации в профессиональной деятельности специалистов. К профессионально-важным характеристикам успешных работников предприятий оборонно-промышленного комплекса относятся: самореализация, креативность и работоспособность, способность адекватно оценивать трудную ситуацию. К характеристикам неуспешных сотрудников относятся: низкие трудовые способности, невнимательность, высокая раздражительность и эмоциональность, грубость и неработоспособность. Главной задачей является изучение структурных компонентов саморегуляции и самореализации в профессиональной деятельности. Познание структуры саморегуляции и самореализации в профессиональной деятельности может являться условием саморазвития личности в достижении успехов своей деятельности. Практическая значимость изучения определяется потребностью в разработке структурных образований саморегуляции и самореализации специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса в своей деятельности. Можно проектировать программы саморегуляции и самореализации профессиональной деятельности с учетом специфики работы на предприятиях оборонно-промышленного комплекса, а также намечать средства коррекции для повышения уровня саморегуляции и самореализации профессиональной деятельности. Лидирующая роль специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса может обеспечить эффективность развития и модернизации предприятий и отрасли в целом. Управление кадровым потенциалом должно включать следующие этапы: поиск персонала, его отбор, возможная подготовка и развитие. Необходимо иметь специальные структуры, которые разрабатывают критерии и оценку личностно-

профессиональных качеств специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса. Психологическое сопровождение профессиональной деятельности работников предприятий оборонно-промышленного комплекса должно проходить процедуру аттестации. Основной целью такой аттестации является определение и конкретизация должностных обязанностей в аспекте осознания специалистами предприятий оборонно-промышленного комплекса ответственности за выполнение работы, выявление слабых и сильных сторон. Основопологающим принципом аттестации является совершенствование профессиональной деятельности работников и измерение эффективности деятельности по определенным показателям с учетом личностно-профессиональных характеристик. Аттестационная процедура должна выявлять личностно-профессиональные качества и быть основана на самооценке аттестуемого, предметом которой являются умения и способности, которые связаны с выполнением профессиональных действий. Подготовка работников предприятий оборонно-промышленного комплекса как субъекта профессиональной деятельности предполагает обращение к его правам, обязанностям, ответственности, а также к личностно-профессиональным характеристикам.

Список литературы

1. Бочкарев, О.И. Актуальные проблемы инновационной отечественной промышленности: кадровая безопасность в высшем звене управления и управление персоналом высокотехнологичных производств / О.И. Бочкарев // Экономика высокотехнологичных производств. – 2021. – № 3. – С. 145-146.
2. Есаулов, В.Н. Кадровые приоритеты в оборонно-промышленном комплексе / В.Н. Есаулов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2014. – № 3 (27). – С. 21-32.
3. Кохно, П.А. Уровень высокотехнологичного производства определяет человеческий капитал / П.А. Кохно // Экономика высокотехнологичных производств. – 2021. – № 3. – С. 169-180.

4. Иванова, И.А. Управление вовлеченностью персонала как одна из задач менеджмента высокотехнологичных предприятий / И.А. Иванова, Г.А. Сажаева // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – № 3. – С. 1207-1218.

5. Подольский, А. Г. К вопросу о рейтинговой оценке человеческих ресурсов в организациях ОПК / А.Г. Подольский, А.С. Красникова // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2021. – № 4. – С. 15-20.

6. Поваренков, Ю.П. Психологическое содержание профессионального становления человека / Ю.П. Поваренков. – Москва: Изд-во УРАО, 2002. – 160 с.

7. Шадриков, В.Д. Проблемы системогенеза профессиональной деятельности / В.Д. Шадриков. – Москва: Наука. – 1982. – 185 с.

УДК 343.9

К ВОПРОСУ УСПЕШНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Фёдоров А.Ф., канд. психол. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»;
старший научный сотрудник ФКУ НИИ ФСИН России, г. Москва*

*Суслов Ю.Е., канд. психол. наук,
начальник отдела ФКУ НИИ ФСИН России, г. Москва;
доцент факультета психологии РГСУ*

Аннотация. Успешность важная характеристика профессиональной деятельности. Изучению профессиональной успешности посвящены работы отечественных психологов А.Е. Климова, О.Н. Родиной, В.А. Бодрова, Э.Ф. Зеера, Н.С. Пряжникова, В.А. Толочка. Набор параметров, которые могут формировать оценку успешности деятельности обширен. Профессиональная успешность – свойство метасистемы «человек-профессия», характеризующее

субъект труда, отражающее его соответствие требованиям профессии, удовлетворенность трудом, стремление к дальнейшей профессиональной самореализации в данной сфере. В последние годы интерес к проблеме самореализации личности в профессии резко возрос. Они характеризуют качества специалиста, владеющего профессиональными знаниями и компетентностью. Данная компетентность тесно связана с другими видами профессиональной компетентности, составляющими ядро гностического компонента профессионализма. Личностный рост индивида, формирование и развитие креативности работников предприятий оборонно-промышленного комплекса – это процесс развития их личности: получения опыта, осознания личностных ресурсов и возможностей, повышения уровня компетенции, самопознания и самовыражения в профессии. Успешность деятельности тесно связана с интеллектуальной, мотивационной и эмоционально-волевой сферой личности, она зависит также от индивидуальных психофизиологических качеств. Условием продуктивной созидательной деятельности современного работника предприятий оборонно-промышленного комплекса является образование и формируемый на его основе профессионализм.

Ключевые слова: эффективность, деятельность, специалист предприятий оборонно-промышленного комплекса, креативность, профессионализм.

Возникла необходимость формирования готовности специалистов оборонных предприятий к профессиональной деятельности. В настоящее время в психологии нет единого определения понятия «успешность», нет единого понимания критериев оценки данной характеристики.

Успешность профессиональной деятельности специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса зависит от многих факторов, среди которых значительное место принадлежит умению проявлять ответственность, быть лидером и хорошим организатором. Креативность и творческая инициатива являются важными качествами личности профессионала в деятельности ра-

ботников предприятий оборонно-промышленного комплекса. В настоящее время идет бурное развитие информационных технологий. Внедрение таких технологий способствует повышению производительности труда. В связи с такой обстановкой необходима современная модернизация. Успешность профессиональной деятельности специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса зависит от модернизации кадровой политики, которая ориентирована на повышение качества подготовки специалистов. Сегодня предъявляются высокие требования к личности работника предприятий оборонно-промышленного комплекса. Личность специалиста является основным фактором успешной продуктивности в профессии. Комплексное изучение успешности профессиональной деятельности работников предприятий оборонно-промышленного комплекса предполагает исследование самой деятельности работника, и его индивидуально-типологических особенностей, определяющих эффективность деятельности. Профессионализм деятельности современного работника предприятий оборонно-промышленного комплекса характеризуется продуктивностью, уровнем квалификации и профессиональной компетентности, высокой организованностью, креативностью, управленческими навыками. Управленческие навыки и умение работать в команде, а также выстраивать индивидуальную траекторию способствуют направленности на ситуацию продуктивного успеха в профессиональной деятельности.

Эффективность профессиональной деятельности специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса зависит от внутренних потенциальных возможностей человека. Существуют личностные компетентности, способствующие успешности в профессиональной деятельности. К профессионально-важным характеристикам успешных сотрудников относятся: высокие творческие способности, опережающая креативность, исполнительская дисциплина, готовность к командным методам работы, повышенная ответственность, способность к самоуправлению, уравновешенность, высокая работоспособность.

Современная модернизация отличается проектно-ориентированной направленностью к творческому подходу к профессиональной деятельности специалистов, который открыт к инновации. Развитие инновационных площадок должно быть ориентировано на реализацию и разработку инновационных проектов, которые имеют существенное значение в профессиональной подготовке. Инновационная площадка может способствовать формированию профессиональной компетентности, направленной на самоорганизацию и самореализацию. Под самореализацией специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса надо понимать их умение самостоятельно организовывать свою трудовую познавательную деятельность.

Представители различных направлений определяют самореализацию как самовыражение через познание своих способностей [1]. В ходе теоретического анализа обнаружено два полярных подхода к пониманию соотношения профессиональной и личностной самореализации: 1) личностная и профессиональная самореализация как самостоятельные образования, изучаемые вне зависимости друг от друга [2]; 2) личностная и профессиональная самореализация как взаимозависимые категории [3]. Профессиональную самоорганизацию и самореализацию специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса можно рассматривать как показатель личной зрелости. Она может быть определена как индивидуальная способность личности, проявляющаяся в умении продуктивно решать профессиональные задачи. Необходимо изучать профессиональную самоорганизацию и самореализацию специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса. В качестве основных факторов, которые определяют профессиональную самоорганизацию и самореализацию специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса, можно выделить динамичность труда, самосовершенствование, ответственность и работоспособность. Это позволит обеспечить высокое качество подготовки работника к продуктивной профессиональной деятельности. Особое внимание надо обратить на становление специалиста и профессиональную адаптацию. К успешности в деятельности существуют

разные пути (путь профессиональной самореализации, профессионального самосовершенствования и адаптивной профессионализации). Самосовершенствование - это сугубо индивидуальный, личностный процесс. Внутренние и внешние факторы влияют на профессиональную успешность работника. При определении профессиональной успешности важно учитывать диагностические критерии. Чтобы разработать критерии необходимо создать психограмму – систему профессионально-важных качеств, которые предъявляются работнику спецификой деятельности. Профессионально-важные качества в структуре готовности специалистов помогают адаптироваться личности. Психограмма должна включать ряд конкретных понятий – факторов, которые можно будет просчитать и измерить. Необходимо разработать комплекс мероприятий, благодаря которым у специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса будут формироваться способности к самореализации. На предприятии необходимо создать условия ориентации на развитие умений профессиональной самоорганизации. Необходимо установить приоритеты при осуществлении профессиональной успешности в деятельности, а также самостоятельно строить процесс овладения информацией, которая структурирована и отобрана для выполнения профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Абульханова-Славская, К. А. Философско-психологическая концепция С.Л. Рубинштейна / К.А. Абульханова-Славская, А.В. Брушлинский. – Москва: Наука, 1989. – 248 с.
2. Кулагина, И.В. Исследование особенностей самореализации личности в среднем возрасте / И.В. Кулагина // Концепт : науч.-метод. электр. журнал. -2020. -№ 3 (март). – С. 101–107.
3. Плотникова, Е.С. Гендерные различия самореализации и самоактуализации / Е.С. Плотникова, В.В. Гордеева // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2020. – Т. 9, № 2 (31). – С. 358–362.

УДК 378

ОСОБЕННОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Фёдоров А.Ф., канд. психол. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»,
старший научный сотрудник ФКУ НИИ ФСИН России, г. Москва;*

*Жаринова Е. Н., канд. психол. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины»*

Аннотация. В последние годы заговорили о профессиональной подготовке работников предприятий оборонно-промышленного комплекса. Но речь нужно вести не об отдельных мероприятиях, а о создании такой системы подготовки, положительный результат которой будет обеспечен. Для современных предприятий оборонно-промышленного комплекса нужно подготовить людей осознающих сущность будущей профессии, способных мобилизовать себя на преодоление трудностей. Предпочтение нужно отдать системному, комплексному подходу, в соответствии с которым он должен охватывать все стороны формирования личности специалиста. В статье рассматриваются вопросы, связанные с проблемой профессиональной ориентации работников. Необходима подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности. Чтобы справиться с растущей потребностью общества, необходим пересмотр подходов к профессиональной подготовке работников предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Ключевые слова: профессиональная ориентация, профессия, деятельность, работник предприятия оборонно-промышленного комплекса.

Все усложняющееся развитие научно-технической революции, поступательное движение нашего общества, это факторы, которые существенно меняют имидж работников предприятий оборонно-промышленного комплекса. Особенность состоит в подготовке технического персонала предприятия всех уровней – от квалифицированных рабочих до научно-педагогических кадров высшей квалификации в учебно-научном инновационном кластере и последующем их учебно-методическом сопровождении в течение производственной деятельности. С каждым годом в нашей стране все больше внимания уделяется подготовки кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса. Нередко человек раскрывает свои лучшие качества именно в процессе более детального ознакомления с профессией, в процессе труда на конкретном предприятии оборонно-промышленного комплекса. Научиться в принципе можно всему.

Очень трудно выбрать дело по призванию. Однако работа может человеку и не нравиться, но если он понимает, что она очень нужна обществу, то будет выполнять ее добросовестно. Не следует забывать, что существуют еще долг и обязанность перед обществом. «Профессия определяется как постоянная специальность: род деятельности, занятий, служащий источником существования» [1, с.10].

«В качестве внутреннего регулятора функционирования личности выступает самосознание» [2, с.46], которое необходимо при выборе профессии для оборонной промышленности.

Много разочарований возникает в результате недостаточной осведомленности молодых людей о будущей специальности, о ее характере, о необходимых способностях и умениях, о социальных и психологических, наконец, физиологических требованиях, которые предъявляет та или иная профессия для оборонной промышленности.

Простой пример: юноша мечтает о работе водителя электровоза, но у него неважное зрение или недостаточно четкая координация движений. А это сейчас одно из насущных требований века: быстро, четко ориентироваться в условиях резкого повышения скоростей или при работе на высоте, в воздухе. Нужно это не только

летчикам, но и водителям трамвая, машинистам башенных кранов, монтажникам-высотникам, экскаваторщикам.

Есть интересные данные, собранные социологами: 40 процентов молодых людей (из числа тех, кто претендует на эти профессии) не могут овладеть профессией монтажника-высотника, 8 процентов не могут собирать изделия из мелких деталей, 80 процентов не могут стать шлифовальщиками деталей со сложными поверхностями. Дело здесь не только в плохом зрении, то есть в здоровье, но и в психических свойствах личности, способностях и умении.

Конечно, многие профессиональные качества успешно приобретаются в процессе обучения и в первые годы самостоятельной работы. Обучиться можно любому делу, но выполнять его по-разному. Вот почему очень важно «найти себя». Знать свои физиологические возможности - это половина дела. Не менее важно уметь реально оценивать свои индивидуально-психологические особенности и их соответствие будущей профессии.

Разумеется, успешное овладение любой специальностью невозможно без достаточной физической и профессиональной подготовки. Но реальная рабочая обстановка может предъявить высокие требования к некоторым личностным особенностям человека. Это такие качества, как самообладание, способность к сосредоточению и распределению внимания, переключаемости. Эти свойства у разных людей различны. Конечно, психические качества личности необычайно пластичны. Человек может приспособиться к подавляющему большинству профессий. Но практика показывает, что не каждому целесообразно, например, выбирать профессию программиста ЭВМ или, скажем, оператора счетно-решающих машин. Не всем нравится монотонность мигающих ламп, не все способны читать с листа цифровые сообщения машины. Хотя это и перспективные, «модные» профессии.

Ошибка в выборе профессии воспринимается порой как жизненная катастрофа. Выбор профессии может уничтожить всю жизнь человека, расстроить все планы и сделать его несчастным.

Нынешние выпускники должны реально учитывать возможности и потребности нашего общества. Наибольшую нужду страна испытывает в высококвалифицированных специалистах для оборонной промышленности.

Стране нужны люди не только с образованием и получившие профессиональную подготовку, но и креативные специалисты. Профессиональная подготовка специалистов возможно и в ходе внеаудиторной работы с ними. Большинство из сегодняшних выпускников могут рассчитывать на интересный, содержательный труд, только получив серьезное профессиональное образование. Иначе их ждут на долгий срок малоквалифицированная работа, а отсюда - разочарование, неудовлетворенность трудом и зарплатой, переходы с одной работы на другую. Конечно, можно приобрести профессию путем практического опыта.

Кто не встречал учителей, которым лучше было бы в свое время выбрать другую специальность. Все дело в незнании жизни, незнании себя, в том, что, не испытав себя ни в какой трудовой деятельности, молодые люди «вслепую» выбирают будущую профессию.

Вот почему у профессиональной ориентации две цели: одна - помочь правильно определить ту сферу труда (отнюдь не профессию), в которой они могли бы с успехом применить свои способности; пробудить интерес к этой сфере труда; вторая — формировать предрасположенность (способность) к тем видам труда, в которых страна испытывает и будет испытывать в перспективе наибольшую потребность. Появление любой профессии предполагает ее инструкторную регламентацию.

Стране требуется не просто хорошо профессионально подготовленный работник для предприятий оборонно-промышленного комплекса, но и человек высокого творчества и креативности. Кадровый состав должен быть сегодня более высокого качества. Современная оборонная промышленность требует от работников собранности, дисциплинированности, сосредоточенности. Возникает потребность в эмоциональной разрядке. В то же время сотрудник оборонно-промышленного комплекса стандартизует очень многие операции, унифицирует различные нормативы. В процессе профессиональной подготовки людей необходимо сделать акцент на непрерывность связи подготовки и образования. Ученые считают, что в процессе принятия решения о выборе профессии существует период так называемого фантастического выбора. Это возраст до 11 лет, когда ребенок, мечтая о будущем, не способен еще рационально мыслить. К сожалению, этот период у некоторых ребят затяги-

вается чуть ли не до окончания школы. Отсюда письма: «скоро школу кончаю, а кем быть, еще не решила, посоветуйте, пожалуйста». Но как можно советовать на расстоянии, не зная склонностей и способностей человека? Затем наступает период пробного выбора, когда юноши и девушки испытывают свои силы в различных профессиях. И, наконец, наступает период реалистического выбора, когда знания различных требований, которые предъявляет профессия к человеку, помогают сделать обоснованный выбор. Очевидно также, что поиск места в жизни методом «проб» нельзя отрицать вообще. Выходит, что найденный после долгих лет проб и ошибок оптимум выгоден только личности: человек назрел - так на свое дело. Общество заинтересовано в скорейшем включении молодого человека в сферу деятельности. Между прочим, это и в интересах личности: не мыкаться, лишний раз не разочаровываться, ибо оптимум на сегодняшний день не очень часто встречается.

Общество предоставляет молодежи широчайшие возможности для выбора во всех сферах общественной и социальной жизни. Однако правильность выбора во многом зависит от личности, ее собственной активности. Главное - всегда любить свою профессию, а это значит работать по призванию.

Особое внимание на современном этапе необходимо обратить на перестройку мышления, на поиск возможностей развития профессионального творчества. Специалист предприятий оборонно-промышленного комплекса должен отличаться высокой ответственностью, социальной активностью, профессиональными достижениями и эффективной самореализацией. К факторам самодвижения к вершинам мастерства у работников для предприятий оборонно-промышленного комплекса можно отнести объективные (среда, создающая условия для продуктивной деятельности), субъективные (направленность, способность, мотив, умение, профессиональные действия), объективно- субъективные (связаны с окружающими людьми). Проблема обеспечения предприятий требуемого качества становится тождественной проблеме подготовки специалистов, обладающих совокупностью компетенций, удовлетворяющей современные потребности предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Список литературы

1. Кузьмина, Н.В. Профессионализм деятельности преподавателя и мастера производственного обучения профтехучилища / Н.В. Кузьмина. – Москва: Высш. шк., 1989. – 167с.
2. Фетискин, Н.П. Психологические основы образовательной депривации: учебно-метод. пособие / Н.П. Фетискин, Т.И. Миронова. – Москва; Кострома: КГУ Н.А. Некрасова. -2007. – 148с.

УДК 331.108.2

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Абрахина Г.Н., ассистент

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация. В статье рассматриваются проблема развития кадрового потенциала организаций ОПК, отражены актуальные подходы и необходимость создания системы корпоративного образования

Ключевые слова: кадры предприятий оборонно-промышленного комплекса, подготовка квалифицированных кадров

В «Основах политики РФ в области развития ОПК» определены такие важнейшие задачи как создание единой системы подготовки, переподготовки и закрепления кадров, включающий необходимые для этого меры экономического стимулирования, и расширение использования для образовательных целей базы самих предприятий ОПК.

Низкий уровень заработной платы на предприятиях ОПК привел к потере престижности трудиться на них и серьезным кадровым потерям. Особенно остро эта проблема возникла при проведении специальной военной операции (СВО), что потребовало внести серьезные изменения в функционировании всех отраслей народного хозяйства.

С момента начала СВО мы можем наблюдать в сфере ОПК увеличение дефицита кадров всех категорий ввиду резко возросших объемов производства [6].

Рост вакансий на предприятиях ОПК «удвоился, а на некоторых вырос в разы» [5]. В потребность предприятий оборонного комплекса в конце 2022 г. оценивалась в РФ в 40–50 тыс. квалифицированных специалистов [5]. При продолжении СВО потребность в кадрах в ОПК страны может достигнуть, по мнению заместителя председателя правительства РФ Юрия Борисова, 400 тыс. человек, в т. ч. 120 тыс. с высшим образованием [5].

Резкое многократное увеличение выпуска продукции оборонного комплекса создало трудности по выполнению гособоронзаказа, усилило дефицит кадров, потребовало ужесточить трудовые отношения, частично изменить методы хозяйствования предприятий ОПК [3].

«Кадровый голод» предприятия ОПК пытались преодолеть за счет следующих мер:

- набор дополнительного персонала через службу занятости (эта мера не дала значительных результатов, доля свободных трудовых ресурсов на рынке невелика, уровень зарплаты в ОПК по-прежнему невысок);

- возвращение на предприятия лиц, ранее ушедших на пенсию (данная мера дала некоторый результат, но в силу ограниченности данного ресурса, не может полностью закрыть потребности в кадрах);

- привлечение студентов и выпускников ВУЗов к работе на предприятиях ОПК (в системе образования сформулированы и осуществляются соответствующие изменения, направленные на повышение качества образования и повышение эффективности деятельности образовательных учреждений.)

Слабый приток молодых специалистов и плохие материальные возможности для их последующего закрепления на предприятиях привели к «разрыву поколений» из-за утери знаний, навыков и опыта при старении и уходе на пенсию высококвалифицированных кадров прежних поколений [2].

Отсутствие стимулов и возможностей для притока молодых специалистов на предприятиях ОПК особенно сказывается в конструкторско-технологических областях деятельности.

В системе образования сформулированы и осуществляются соответствующие изменения, направленные на повышение качества образования и повышение эффективности деятельности образовательных учреждений.

В среднем профессиональном образовании при перепрофилировании многих техникумов и колледжей на подготовку экономистов, юристов, менеджеров и т. п. также резко уменьшился выпуск специалистов для отраслей материального производства. Многие из них перешли на ускоренное - за 3-3,5 года - получение студентами высшего образования на базе среднего профессионального.

Произошла потеря отраслевой направленности большинства средних учебных заведений, ранее ориентированных на подготовку кадров для отраслей народного хозяйства, в частности ОПК, возрос в них объем платного обучения, и уменьшилась престижность этого уровня профтехобразования.

Вместе с тем сокращаются потребности народного хозяйства в специалистах с дипломом «техник», происходит интеграция колледжей с вузами и переход части техникумов в структуру вузов в качестве колледжей. Из-за низких зарплат и пенсий в техникумах работает много преподавателей-пенсионеров. Стареет и материально-техническая база. Однако федеральными органами управления не выработана целенаправленная позиция о дальнейшем существовании, преобразовании или развитии техникумов.

Практически во всех государственных вузах, ранее ориентированных на подготовку кадров для ОПК, создание новых факультетов - экономических, юридических и других, не инженерных, специальностей привело не только к резкому увеличению количества платных студентов, но и перепрофилированию вузов.

Платное образование дает вузам дополнительный доход, равный или больше бюджетного финансирования, и позволяет существовать, но без возможности обновлять материально-техническую базу.

В то же время, превращение в университеты ведущих технических вузов, привело к усилению фундаментальной подготовки студентов, что позволило удержать достаточно высокий уровень образования. Некоторые российские университеты перешли к форме сотрудничества с предприятиями, получившей название «стратегическое партнерство». Такая схема, реализована в КГТА – соз-

дан образовательно-производственный центр для предприятий ОПК машиностроительной отрасли Владимирской области, создан современный машиностроительный кластер по Федеральному проекту «Профессионалитет».

Многие преподаватели, являясь ведущими экспертами в области автоматизации технологических процессов, проектирования изделий, разработки управляющих программ и т. п. вместе со студентами участвуют в производстве наукоемкой продукции. Промышленность и ведущие вузы объединяют силы, при этом фундаментальное образование остается за традиционной системой профессиональной подготовки кадров, а корпорации подключаются на последних курсах.

Цель Российской системы высшего образования заключается в «...подготовке квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности...»

Однако в настоящее время согласованности требований предприятий промышленности - работодателей и позиции образовательных учреждений (ОУ) в вопросах обеспечения требуемых работодателем компетенций выпускников ОУ и инженерных, в частности, квалификаций нет, а, следовательно, и удовлетворенности предприятиями ОПК качеством подготовки выпускников не достигнуто.

Необходимо отметить, что прежде в отечественной оборонной промышленности помимо вузов существовали хорошо развитые отраслевые институты переподготовки и повышения квалификации кадров. В процессе экономических преобразований были разрушены межотраслевые и внутриотраслевые связи Институты повышения квалификации, многие из них перепрофилировались под текущую конъюнктуру рынка труда [1].

А из-за деградации системы дополнительного профессионального образования фактически утрачена возможность оперативной постановки новых образовательных программ по направле-

ниям, востребованным высокотехнологичными производствами ОПК. Это усложнило адаптацию обороной промышленности и науки к новым условиям разработки и производства приоритетных образцов высокотехнологичного и интеллектуального и их кадрового обеспечения.

В последние годы в ОПК предприняты меры по сохранению и развитию кадрового потенциала, но кардинальных изменений не произошло, что свидетельствует о системном характере проблемы. В качестве концептуальной основы предлагаются следующие решения:

- восстановление и развитие системы дополнительного профессионального образования [4];

- создание и развитие системы корпоративных вузов в ведущих крупных объединениях и предприятиях ОПК по типу заводо-вузов с подготовкой и распределением на работу специалистов-практиков на базе бакалавров и техников;

- формирование научно-образовательных центров в прорывных направлениях развития техники и наукоемких технологий на базе ГНЦ, ведущих ОКБ и НПО с подготовкой и распределением на работу магистров и специалистов, а также подготовкой кандидатов и докторов наук.

Все это в сочетании с организационно-финансовыми механизмами планирования и экономического стимулирования позволит создать общефедеральную комплексную систему подготовки и переподготовки кадров для ОПК с учетом территориального распределения предприятий.

Основные недостатки действующей системы образования в России и высшего, в частности, заключаются в неэффективности реализации основополагающего принципа менеджмента качества - ориентации на потребителя – предприятия-работодателя, а также в отсутствии объективных и адекватных критериев оценки качества подготовки выпускников образовательных учреждений и специалистов предприятий.

В действующих законодательных и нормативно-правовых рамках в сфере образования изменить состояние с подготовкой кадрового потенциала для предприятий ОПК позволит разработка и реализация требований к квалификации, компетенциям, содержанию и результатам образования для всех категорий промышленно-

производственного персонала в соответствии с функциональной стратификацией промышленно-производственного и в частности инженерно-технического персонала предприятия.

Отвечая на эти вызовы, в системе образования сформулированы и осуществляются соответствующие изменения, направленные на повышение качества образования и повышение эффективности деятельности образовательных учреждений для подготовки специалистов ОПК.

Список литературы

1. Виноградов, Б.А. Оборонная промышленность и российские вузы: монография / Б.А. Виноградов, В.Г. Пальмов. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2014 - 348 с.

2. Дерова, А. И. Проблемы кадрового обеспечения предприятий ОПК. Особенности обучения руководящего состава / А.И. Дерова // Менеджмент. Вооружение. Качество. – 2018 – № 1(55). – С. 1–5. – URL vr.ru/assets/docs/MVK/2018/1_2.pdf, свободный. – Дата обращения: 20.05.2024.

3. Каштанова, Е. В. Современные тенденции кадрового обеспечения предприятий оборонно-промышленного комплекса России: проблемы системы подготовки кадров и пути решения / Е. В. Каштанова, Т. В. Сувалова //E-Management. – 2021 – Т. 4 – № 4 – С. 86–96. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-tendentsii-kadrovogo-obespecheniya-predpriyatiy-oboronno-promyshlennogo-kompleksa-rossii-problemy-sistemy-podgotovki/viewer> , свободный. – Дата обращения: 20.05.2024.

4. Пальмов, В.Г. О мерах, направленных развитие кадрового потенциала ОПК, включая вопросы подготовки высококвалифицированных работников модернизации системы дополнительного профессионального образования организаций ОПК // Сборник докладов четвертого совещания с руководителями кадровых служб предприятий ОПК. – Режим доступа: https://fkc-ork.ru/content/docs/СБОРНИК_ДОКЛАДОВ.pdf, свободный. – Дата обращения: 20.05.2024.

5. В бой идут старики: оборонные заводы страны не могут набрать рабочих // НО-ИЗВЕСТИЯ. <https://dzen.ru/a/Y8lcpbbrYXwxFhq3>, свободный. – Дата обращения: 20.05.2024.

6. Экономист объяснил, почему российская «оборонка» испытывает дефицит кадров // Рамблер новости 14 декабря 2022 г. – Режим доступа : <https://news.rambler.ru/sociology/49870448-ekonomist-obyasnil-pochemu-rossiyskaya-oboronka-ispytyvaet-defitsit-kadrov/> , свободный. – Дата обращения: 20.05.2024.

УДК 378

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГИБКИХ НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Чернова О.В., канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярева»

Аннотация. В статье рассмотрены сущность, значимость и способы развития гибких навыков студентов. Развитие гибких навыков должно учитывать особенности современных студентов – студентов поколения Z и требования, предъявляемые к выпускникам на рынке труда.

Ключевые слова: гибкие навыки, поколение Z, требования рынка труда

В условиях быстрых изменений, комплексности и сложности решаемых задач, поиска новых, прогрессивных, подчас революционных решений к выпускникам вузов со стороны работодателей предъявляются повышенные требования не только в рамках выбранной специальности. Выпускники должны обладать так называемыми «гибкими навыками», которые помогают более эффективно использовать полученные профессиональные знания на практике, быстрее адаптироваться к новым условиям, что в конечном итоге позволяет им строить успешную карьеру и развиваться в

выбранной сфере деятельности. Согласно исследованию Гарвардского университета, Фонда Карнеги и Стэнфордского исследовательского центра, проведенному в 1918 году 85 % успеха в работе зависит от хорошо развитых социальных навыков и навыков работы с людьми, в то время как, только 15 % успеха связано с техническими навыками и знаниями (жесткими навыками) [1].

Следует отметить, что единой классификации гибких навыков в настоящее время не существует, так же, как и не определено точное количество качеств и умений, подходящее под этот термин. Как правило, к гибким навыкам (soft skills) относят самоменеджмент, ответственность, креативность, умение работать в команде, коммуникабельность, эмоциональный интеллект, эмпатию, умение обрабатывать полученную информацию. организаторские способности, способность к обучению, лидерские качества, работу в режиме многозадачности, навыки планирования, умение логично и последовательно выражать свои мысли, аргументировать, умение выступать, нацеленность на результат, адекватное восприятие окружающей действительности, аналитический склад ума, опыт презентаций, умение вести переговоры, устную и письменную грамотность, нестандартное мышление, исполнительность, упорство и др. Перечень достаточно внушительный, вместе с тем можно констатировать, что важность тех или иных гибких навыков для разных специальностей различна.

Для лиц творческих профессий наиболее важны личная продуктивность, планирование, коммуникация, критическое мышление [2]. Для выпускников педагогических вузов важны социальные навыки. Яркова Т.А., Черкасова И.И. отмечают, что профессия учителя является публичной, что делает особо востребуемыми такие умения, как: презентовать себя и свои идеи; выстраивать отношения с различными субъектами образования - учениками, родителями, педагогами, социальными партнерами; кооперировать свои действия с другими участниками образовательного процесса; решать творческие открытые задачи; проявлять лидерские качества и др. [3].

Для ИТ-специалистов на первый план выходят коммуникативные навыки, помогающие успешно взаимодействовать с колле-

гами, менеджментом и клиентами, умение отстаивать свое мнение и уверенность в себе, а также гибкость и адаптивность, что обусловлено быстрым развитием отрасли [4].

Отметим, что для инженеров, занятых осуществлением НИ-ОКР или подготовкой производства, разработкой конструкторской и технологической документации, учитывая комплексность и сложность выполняемых задач, из мягких навыков особую значимость приобретают умение работать в команде, креативность, умение обрабатывать полученную информацию, критическое мышление и др.

В настоящее время, учитывая вызовы, стоящие перед нашей страной, выделяют семь основных гибких навыков:

1. Умение работать в команде.
2. Умение решать проблемы.
3. Коммуникабельность.
4. Умение адаптироваться в меняющихся условиях.
5. Критическое мышление.
6. Тайм-менеджмент.
7. Навык межличностного общения.

Как показывает анализ публикаций, проблема внедрения, апробации и развития гибких навыков в современной среде высшей ступени образования находится в стадии активного обсуждения.

Образовательный процесс должен учитывать не только внешние требования, предъявляемые к выпускникам вузов со стороны работодателей, но и особенности самих студентов, их предрасположенность к восприятию информации, ценности и сформированные ранее умения и навыки.

В соответствии с теорией поколений Нейл Хоу и Уильяма Штрауса на рынок труда сейчас выходит поколение Z, так называемые «зуммеры». Это поколение получает информацию на 90% из интернета, для них характерно слабое развитие долговременной памяти, «клиповое мышление». Как отмечают педагоги и психологи у современных студентов, работников поколения Z имеет место неспособность к восприятию больших объемов информации, быстрая чрезмерная утомляемость, низкая концентрация внимания, тяга

к большому количеству ярких впечатлений, отсутствие системности в знаниях, поверхностное суждение [5].

Поколению Z присущи адаптивность, активное применение интернета, ранние заработки, толерантность, частые депрессии, плохая концентрация, мультизадачность, десантирование от предыдущих поколений. Перечисленные особенности современной молодежи и требования, предъявляемые к ним на рынке труда, позволяют сформулировать формы обучения, способствующие наиболее эффективному развитию гибких навыков и подготовке специалистов, готовых к работе в коллективе, креативных и организованных, которые показаны на рис. 1.



Рис.1

Среди представленных способов развития гибких навыков особо выделим выполнение комплексных выпускных квалификационных работ. По сути комплексная ВКР включает в себя большинство других методов развития гибких навыков. Здесь и критический анализ проблемы с различных точек зрения (технической, экономической, информационной и пр.), и составление комплексного плана решения поставленных задач, и разработка на выходе презентационных материалов, и взаимодействие в команде.

Отметим, что гибкие навыки выступают неотъемлемой частью универсальных компетенций выпускника вуза. При этом не

стоит забывать, что в вузе студент, в первую очередь, приобретает профессиональные знания (общепрофессиональные и профессиональные компетенции), поэтому необходимо выстроить систему сбалансированного развития как жестких, так и гибких навыков, умело сочетая различные технологии образования.

Таким образом, развитие гибких навыков студентов, с одной стороны, должно учитывать запросы рынка труда, с другой стороны, применяемые в вузе методы их развития должны учитывать особенности сегодняшних студентов, используя их сильные стороны.

Список литературы

1. Mann C.R. A Study of Engineering Education. Bulletin Number Eleven. New York City, 1918. 139 p.

2. Ветров, Ю.П. Формирование «гибких навыков» у студентов творческих специальностей в условиях культурно-образовательной среды регионального вуза / Ю.П. Ветров, Н.В. Зеленко, К.А. Разумовская // МНКО. 2022. №5 (96). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-gibkih-navykov-u-studentov-tvorcheskih-spetsialnostey-v-usloviyah-kulturno-obrazovatelnoy-sredy-regionalnogo-vuza> (дата обращения: 13.05.2024).

3. Яркова, Т. А. Формирование гибких навыков у студентов в условиях реализации профессионального стандарта педагога / Т. А. Яркова, И. И. Черкасова // Вестник Тюменского государственного университета. Гуманитарные исследования. Humanitates. – 2016. – Т. 2, № 4. – С. 222-234.

4. Топ-3 мягких навыка для успешной карьеры в IT/ https://itfbgroup.ru/top_3_myaghib_navyka

5. Бабичева, И.В. Методические аспекты организации самостоятельной работы студентов на примере изучения дисциплины «Финансовая математика» / И.В. Бабичева // Вестник СИБИТа. – 2023. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-organizatsii-samostoyatelnoy-raboty-studentov-na-primere-izucheniya>

УДК 159.9

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫМИ
КАДРАМИ ОРГАНИЗАЦИЙ ОПК В СВЕТЕ
СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПСИХОЛОГИИ
МЕНЕДЖМЕНТА**

*Федоровых Г.А., канд. биол. наук, доцент,
Романенкова Д.В., студент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье представлена информация о современных исследованиях в психологии менеджмента и подготовке кадров для ОПК в свете данных исследований.

Ключевые слова: кадры, психология менеджмента, акмеология менеджмента.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 30 декабря 2020 г. [4], Федеральный кадровый центр оборонно-промышленного комплекса сформировал Перечень направлений обучения и специальностей, востребованных организациями оборонно-промышленного комплекса России для целевого поступления в рамках квоты на 2024 год. Среди технических направлений подготовки студентов в этом документе присутствуют направления 37.03.01 «Психология» и 38.03.02 «Менеджмент» [5]. Учебная дисциплина «Психология менеджмента» присутствует в учебном плане обоих направлений. Поэтому является актуальным вопрос подготовки психологов и управленцев - будущих кадров для организаций оборонно-промышленного комплекса.

Тема современных исследований в психологии менеджмента очень важна для понимания человеческого поведения, принятия решений и эффективности управления в современных организациях. Описаны методы и технологии управления персоналом, методы формирования кадрового состава, поддержания работоспособности персонала, технологии кадрового консультирования, оценки пер-

сонала, конкурса, внутрифирменного обучения кадровой психодиагностики и организационного лидерства [1].

Современные исследования в психологии и акмеологии менеджмента охватывают различные аспекты управления людьми и организационного поведения. Рассмотрим основные направления исследований в этих областях.

1. Исследования в области лидерства и управления персоналом рассматривают, какие качества и навыки делают руководителя успешным, как эффективно мотивировать сотрудников, как формировать высокопроизводительные команды.

2. Исследования организационной культуры и социально-психологического климата в организации фокусируются на том, как формируется организационная культура, какие факторы влияют на уровень удовлетворенности сотрудников, как создать благоприятный организационный климат.

3. Исследования в сфере мотивации и удовлетворенности работой представляют различные аспекты мотивации сотрудников, их потребности, ожидания и способы стимулирования для достижения высоких результатов.

4. Исследования в области конфликтов на рабочем месте, стресса, усталости и эмоционального благополучия сотрудников помогают разрабатывать меры по предотвращению и разрешению конфликтов, а также по улучшению условий труда.

5. Исследования в области тимбилдинга и развития команд определяют процессы формирования команд, тимбилдинга, развития тимспирита и сотрудничества в коллективах для улучшения работы команды.

6. Исследования в области корпоративной этики и социальной ответственности изучают влияние этических принципов на бизнес, уровень социальной ответственности компании и ее связь с успехом бизнеса [3].

Такие актуальные темы как эффективное управление многообразием (*diversity management*), влияние цифровизации на управление персоналом, управление изменениями в организации и развитие лидерских компетенций также являются объектами современных исследований в психологии менеджмента. Основываясь на результатах этих исследований, компании могут разрабатывать бо-

лее эффективные стратегии управления персоналом, повышения производительности и создания условий для успешной деятельности организации.

Акмеология – это научная область, изучающая процессы саморазвития личности и социального развития, а также развитие личности взрослых средствами профессии. В контексте менеджмента, акмеология занимается развитием лидеров, управляющих и принимающих решения в организациях. Рассмотрим некоторые актуальные направления исследований в акмеологии менеджмента:

1. Исследования в области развития руководителей направлены на понимание процессов обучения и развития личности руководителей. Изучаются методы и программы профессионального роста, способствующие развитию лидерских качеств, навыков управления и принятия решений.

2. Акмеология в менеджменте также изучает процессы управления знаниями в организации. Исследования в этой области помогают разрабатывать стратегии по созданию, сохранению и передаче знаний внутри компании для повышения конкурентоспособности и инновационности.

3. Акмеологические исследования в области личностного роста и саморазвития рассматривают процессы самоопределения, самореализации и развития личности сотрудников и руководителей. Исследуется, как личностные качества влияют на успешное выполнение профессиональных задач.

4. Исследования в акмеологии менеджмента также охватывают вопросы управления талантами, раскрытия потенциала персонала и повышения его производительности через учет индивидуальных особенностей и потребностей каждого сотрудника.

5. Исследования в области менторства и кураторства помогают понять их роль в развитии сотрудников и формировании лидерских навыков. Акмеологические подходы используются для организации эффективных программ поддержки и развития кадров.

Эти исследования помогают создавать эффективные методики обучения руководителей и персонала, формировать устойчивые команды, эффективно управлять знаниями и талантами в организации. Они способствуют повышению профессионализма [2].

Установлено, что необходимость повышения квалификации кадров управления имеет объективную и субъективную обусловленность. Объективная - связана с непрерывно нарастающим усложнением объектов и систем управления, конкуренцией, возникновением трудно прогнозируемых управленческих ситуаций, требующих нестандартных управленческих решений. Субъективная - обусловлена постоянным повышением требований к личностно-профессиональным качествам субъектов управленческой деятельности, их знаниям, опыту, умениям, способности осуществлять личностное и профессиональное развитие, соответствующее требованиям времени.

Выявлено, что с акмеологической точки зрения наиболее перспективной теоретической предпосылкой анализа проблемы повышения квалификации кадров управления является концепция новых смысловых образований личности и понятие личностного смысла как индивидуализированного отражения действительного отношения личности к процессу повышения квалификации, ради которого разворачивается деятельность по развитию профессионального уровня («значение для меня»), запечатленная в объекте потребностей человека и связанная с новым профессиональным целеполаганием индивида. Процесс повышения квалификации связан с осознанием субъектом управления собственного профессионального самоопределения, что актуализирует процессы самопознания, самооценивания и саморазвития индивида и формирование у него адекватного «образа Я» в профессии.

Список литературы

1. Базаров, Т. Ю. Психология управления персоналом / Т.Ю.Базаров. – Москва: Юрайт,2024. -387 с.
2. Жежелев, В.В. Акмеологические условия и факторы повышения квалификации кадров управления в современных российских условия: диссертация/ В.В. Жежелев. – Москва,2012. – URL: <https://www.dissercat.com/content/akmeologicheskie-usloviya-i-factory-povysheniya-kvalifikatsii-kadrov-upravleniya-v-sovremenn>.
3. Кардаш, Н.Н. Психология менеджмента: основы психологии руководителя и подчиненного / Н.Н. Кардаш. – Москва: Издательский центр «Академия», 2018.

4. Российская Федерация. Правительство. О государственном плане подготовки кадров со средним профессиональным и высшим образованием для организаций оборонно-промышленного комплекса на 2021-2030 годы: постановление от 30 декабря 2020 года N 2369 (с изменениями на 12 марта 2024 года).– URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275758>.

5. Федеральный кадровый центр оборонно-промышленного комплекса. целевое обучение в интересах организаций оборонно-промышленного комплекса России 2024. Целевое обучение. Перечень направлений обучения и специальностей. – URL: <https://fkc-opk.ru/gosplan/perechen-specialnostej-vo-spo>

УДК 159.96

МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ В СТРЕССОВЫХ СИТУАЦИЯХ

Беспалова А.В., канд. психол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярева»

Аннотация. В статье описаны преобладающие способы совладания со стрессом среди студентов. Представлен анализ возможных предпосылок для развития доминирующих копингов поведения будущих кадров ОПК. Установлены корреляционные связи между способами совладания со стрессом.

Ключевые слова: совладающее поведение со стрессом, адаптивные и неадаптивные копинги поведения, кадры ОПК,

В современных реалиях приспособленность к быстроменяющимся условиям и гибкость поведения могут выступать гарантом сохранности внутренних ресурсов и достижения значимых результатов. Данная проблема особенно актуальна среди будущих работников оборонно-промышленного комплекса в связи с ответственностью и повышенной требовательностью к результатам их дея-

тельности. Сформированные конструктивные копинги поведения позволят им расширять границы виденья возникающих проблем и способов их разрешения.

Выборка исследования представлена студентами Энергомеханического колледжа в количестве 98 человек, обучающихся по направлениям ОПК, возраст 16-17 лет. Методы исследования – психодиагностическая методика – «Опросник способов совладающего поведения» Р. Лазарус.

По итогам проведенной диагностики можно наблюдать следующее разделение данных, представленное в табл. 1.

Таблица 1

Результаты опроса студентов о преобладающем способе совладания со стрессом

Способ совладания со стрессом	Степень предпочтительности стратегии совладания со стрессом		
	Редкое	Умеренное	Выраженное
Конфронтационный копинг	39,8%	56,1%	4,1%
Дистанцирование	18,4%	62,2%	19,4%
Самоконтроль	45,9%	50%	4,1%
Поиск социальной поддержки	13,3%	80,6%	6,1%
Принятие ответственности	20,4%	69,4%	10,2%
Бегство-избегание	27,6%	65,3%	7,1%
Планирование решение проблемы	8,2%	72,4%	19,4%
Положительная переоценка	3,1%	65,3%	31,6%

Как видно из табл. 1, большинство студентов используют весь спектр способов совладания со стрессом. Среди выраженных копингов можно выделить поиск социальной поддержке (31,6%), планирование решение проблемы (19,4%) и дистанцирование (19,4%). Будущие кадры ОПК чаще склонны положительно переоценивать существующую проблему, что позволяет им минимизировать негативные переживания, и рассмотреть существующую

проблемы как основу для личностного роста. В нынешней ситуации мы также можем наблюдать некоторую недооценку возможностей реальных способов ее разрешения. В данном случае копинг положительной переоценки служит предпосылкой для дистанцирования от поставленной задачи. Стратегия дистанцирования предполагает субъективное снижение значимости проблемы, эмоциональную невключенность. В перспективе активное использование данной стратегии выработает паттерн – обесценивание собственных переживаний, что в результате снизит желание достигать целей, удовлетворять истинные потребности. Еще доминирующий способ – планирование решение проблемы. Здесь важно отметить, что среди опрошенных студентов многие отмечают, что у них нет никаких проблем (свидетельство действия копинга – дистанцирование). Но при этом они полагают, что когда у них возникает проблема они ее целенаправленно решают, что опять минимизирует чувственную основу для принятия решения в стрессовой ситуации.

Опрошенные студенты чаще позволяют умеренное использование поиска социальной поддержки (80,6%), как способа разрешения стрессовой ситуации. В целом данный способ отличается конструктивностью, и может быть полезен респондентам в ситуации поиска информационной поддержки, особенно для самостоятельного анализа и выхода из стрессовой ситуации. Но, к сожалению, также возможно формирование зависимого поведения или поведения с высокими ожиданиями от окружающих, что приведет к перекладыванию ответственности за принятие решения на других людей.

Данную группу отличают редкие результаты по копингу самоконтроль (45,9%). Исследуемая группа респондентов редко прибегает к контролю своего поведения. Для них несвойственно преобладание рационального подхода к решению проблемной ситуации. Такого рода эмоциональный подход может также препятствовать использованию копинга – планирование решение проблемы. Также важно отметить, что у данной выборки студентов редкое проявление конфронтационного копинга (39,8%). Они способны сопротивляться возникающим трудностям и стрессогенному воздействию.

Таким образом, можно отметить, что у студентов развиваются адаптивные формы совладания со стрессовыми ситуациями. Сейчас важный период для формирования и закрепления конструк-

тивного использования представленных копингов, поскольку чем больше арсенал, тем более адаптивны будут студенты в будущем.

Нам было также интересно рассмотреть корреляционные связи между представленными копингами поведения в стрессе. В ходе анализа было установлено, что все способы совладания со стрессом были связаны между собой, существенные различия лишь заключаются в характере данных связей. Так, конфронтационный копинг имеет заметную связь с самоконтролем ($r_s=0,606$, $p<0,01$), дистанцированием ($r_s=0,576$, $p<0,01$), бегством-избеганием ($r_s=0,566$, $p<0,01$). Получается, что студенты чаще поддаются влиянию эмоциональных порывов, и их попытки удержать внутри эмоции, могут приводить к обратным ситуациям, например, возникновение конфликтов, что в целом можно объяснить возрастом исследуемой группы.

Дистанцирование же имеет слабую связь с адаптивными копингами поведения: положительная переоценка ($r_s=0,292$, $p=0,004$) поиск социальной поддержки ($r_s=0,253$, $p=0,012$), планирование решения проблемы ($r_s=0,232$, $p=0,021$). Желание студентов отдалиться от негативных переживаний, связанных с возникшей проблемой, снижает их возможность разрешить проблемную ситуацию более адаптивными способами.

Интересно, что копинг – самоконтроль имеет слабую связь с копингами планирование решения проблемы ($r_s=0,387$, $p<0,01$) и положительной переоценкой ($r_s=0,360$, $p<0,01$), при заметной связи с другими способами совладания со стрессом, включая неадаптивные. Следует отметить, что важно студентов обучать способам саморегуляции, поскольку уход от негативных переживаний, отдаляет их от решения оптимального разрешения проблемы, что в дальнейшем может негативно сказаться на состоянии их здоровья.

Копинг принятие ответственности имеет умеренную связь со всеми способами совладания со стрессом. Можно предположить, что принятие ответственности в разрешение проблемы является базовой стратегией, поскольку данное осознание позволяет искать пути разрешения, возникающих трудностей.

Таким образом, в ходе данного эмпирического исследования было установлено, что исследуемая группа достаточно активно использует все предложенные способы совладания со стрессом. Были

интересны установленные корреляционные связи, которые подчеркивают тесную связь внутри адаптивных и неадаптивных стратегий поведения в стрессовых ситуациях, и только принятие ответственности выступает как основа для выбора способа решения проблемы.

УДК 81-139

ВОЕННЫЙ ДИСКУРС НА ЗАНЯТИЯХ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В ГРУППАХ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 17.05.02.

*Быкова А. В., канд. филол. наук, доцент;
Зекина М. А., ассистент*

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярева»

Аннотация. Данная тема достаточно актуальна в условиях современной реальности т.к. преподавание английского языка ведется активно вне зависимости от профиля подготовки студентов средних профессиональных и высших учебных заведений. Статья освещает возможность применения материала военного дискурса на занятиях со студентами специальности 17.05.02. В ней также рассматриваются возможные варианты применения аутентичного материала при отработке чтения, грамматики и лексики.

Ключевые слова: военный дискурс, формальный и неформальный тип дискурса, терминология, словообразование, синтаксис.

Annotation. This topic is quite relevant in modern reality because the English language is taught teaching actively, regardless of the educational profile of students in secondary vocational and higher educational institutions. The article highlights the possibility of using military discourse material in classes with students of the specialty 05/17/02. It also discusses possible options for using authentic materials to practice reading, grammar and vocabulary.

Key words: military discourse, formal and informal types of discourse, terminology, word formation, syntax.

Введение. Современный мир диктует свои условия. На сегодняшний день, без сомнений, можно сказать, что война стала одной из самых острых проблем, затрагивающей каждую страну. Различные сферы жизни общества в той или иной мере находятся под её влиянием. Война стала ассоциироваться не только с физической борьбой, но и моральным подавлением противника. При возникновении военного конфликта масс медиа разных стран сразу же начинают освещать ситуацию под выгодным каждой стороне углом. Уже спустя несколько часов авторы высказываний, политики, журналисты прибегают к языковому манипулированию, стараясь выставить правительство страны и ее армию в невыгодном свете. Причин тому множество. Одна из них – заручиться поддержкой других государств для дальнейшего подтверждения своего могущества. В мировой истории можно проследить линию армии, которая сегодня является одним из важных социальных институтов, принимающим активное участие в жизни любой страны. Более того, армия является важнейшим субъектом при разрешении непосредственно самого военного конфликта.

Изложение основного материала. Военный дискурс до сих пор не был освещен в достаточной мере, чтобы рассмотреть его как структурированное единство отдельно и во взаимодействии с иными типами дискурса.

Мы полагаем, что дискурс можно разделить на две большие части: формальную и неформальную.

Начнем с рассмотрения формальной части военного дискурса. В широком смысле к ней могут быть отнесены военно-художественные, военно-публицистические, военно-политические материалы, акты военного управления, а также различные научно-технические материалы и акты, связанные с жизнью и деятельностью войск.

Неформальный же военный дискурс включает в себя неофициальную коммуникацию в рамках военной тематики, сленг, юмор.

Рассмотрев материал формальной и неформальной частей военного дискурса, мы делаем вывод, что анализ его может быть с двух позиций:

- 1) с позиции непосредственно самого текста;
- 2) с позиции контекста.

Военно-технические материалы обладают широким спектром использования терминологии. Ее можно поделить на три категории:

- а) военная терминология, связанная с военным делом;
- б) военно-техническая терминология и научно-технические термины;
- в) эмоционально-окрашенная лексика (сленг), которая употребляется в устной речи военных. В ней содержатся набор стилистических синонимов к профессиональной терминологии, используемых в устной речи.

На занятиях английского языка, особенно в группах специальности 17.05.02 на примере военного дискурса можно с интересом отработать как материал по грамматике, лексике, так и развить общий навык работы с аутентичными текстами.

Например, на 1 курсе студенты проходят *word-formation* (словообразование). Базовые правила можно отработать на простых словах. Для этого в методичке для 1 курса выделяется свой блок заданий.

Продемонстрируем это на примере глагола *“to write”* – инфинитив глагола «писать»; *“writer”* – существительное «писатель», которое было образовано путем добавления суффикса *–er*, который указывает либо непосредственно на профессию, либо на род деятельности, а суффикс *“ing”* помогает образовать герундий (т.е. отглагольное существительное, сочетающее в себе признаки обеих частей речи) *“writing”*, что переводится как «письмо» или «писание».

Научившись применять теорию на практике, студенты под чутким руководством преподавателя могут перейти к выполнению более трудных заданий, построенных на основе аутентичных текстов, взятых из газет, интервью или постов.

Со студентами направления 17.05.02 можно рассмотреть новую военную терминологию, при этом еще раз повторить способы **образования новых слов**.

Как мы знаем, их выделяют в трех категориях:

- 1) морфологической;
- 2) лексико-семантической;
- 3) заимствованиях.

Морфологический способ состоит из трех подразделов:

а) аффиксации или присоединения аффиксов к корню или основе слова.

survival– *survivability*; *rotation* – *rotary*; *airy* – *aerial*.

б) словосложения или объединения двух слов.

mine+hunter – *minehunter*; *war+head* – *warhead*; *fire+power* – *firepower*; *target+seeking* – *targetseeking*.

в) усечения или разнovidность аббревиации.

copter – *helicopter*; *chute* – *parachute*; *cap* – *captain*; *torp* – *torped*; *vet* – *veteran*; *insy* – *incendiary bomb*.

Последний пример демонстрирует еще и изменение спеллинга.

Лексико-семантический способ подразумевает:

1) перенос знания. К примеру, ***Pentagon*** – название здания Министерства обороны США. Когда мы используем это название, то подразумеваем министров обороны, работающих там.

2) изменение исходного значения. В данном случае уместно указать на дополнительный пункт – расширение значения.

Глагол “***toland***” может служить примером для иллюстрации расширения значения слова. В исходном варианте дается перевод как «высаживаться на берег или сушу», ведь существительное “*land*” переводится именно как «суша». Путем конверсии (т.е. процесса перехода из одной части речи в другую) из существительного мы получили глагол, трактовка которого указывается строчками ранее. Относительно недавн=о “*toland*” имеет значение «высаживаться на любую поверхность».

Работа с заимствованиями на данном этапе опускается.

Говоря о **синтаксических особенностях** военных материалов можно рассмотреть более углубленно следующие приемы (примечание: этот материал включен в список обязательных тем по программе «Иностранный язык»):

1) широкое использование страдательного залога в конструкциях;

2) активное использование герундиальных конструкций. Герундий (англ. Gerund) – отглагольная форма существительного. Существует 4 варианта перевода герундиальных частей на русский:

А. Как существительное;

Б. Как придаточное предложение с глаголом в личной форме;

В. Как инфинитив;

Г. Как деепричастие.

“Anewsystemfor*designatingandnaming*militaryrocketshasrecentlybeenannounced”, что переводится как «Недавно была объявлена новая система обозначения и наименования военных ракет».

“GAfirmshavealreadybeenweakenedby*diving*aircraftsales”, что на русском означает «Фирмы ГА уже ослаблены продажами водолазных самолетов».

3) использование инфинитивных конструкций. Чаще всего инфинитив переводится или неопределенно-личной формой глагола, или модально-вводными словами по типу «как сообщается», «как передается» и т.д..

“*To*boostmobility, morethanhalfofthesumwillbeusedtobuyhelicopters” можно перевести как «Для повышения мобильности более половины суммы будет направлено на закупку вертолетов» или «**Чтобы повысить мобильность** более половины суммы будет направлено на закупку вертолетов».

Помимо формального военного дискурса на занятиях по иностранному языку можно уделить внимание и неформальному.

Отмечается, что неформальная часть военного дискурса важна как с лингвистической, так и с экстралингвистической точек зрения. Это связано с тем, что ситуативный контекст общения играет ключевую роль в определении его характера. Например, неформальное общение, включающее использование сленга и разговорных выражений, чаще всего происходит между солдатами, где статусные и ролевые отношения более равные, чем между курсантами и офицерским составом.

Это подчеркивает значимость субординации в армейской среде, где структурированные отношения иерархии играют важную роль. Также подчеркивается, что для каждого типа институционального дискурса характерны свои особенности в соотношении статусного и личностного компонентов. В армии, как в четко структурированном общественном институте, личностный компонент обычно менее выражен в формальном общении, но проявляется более ярко в неформальной части военного дискурса

Такие ситуации, как боевые действия, тренировки, общее времяпрепровождение в казармах или на полевых учениях, способствуют активному использованию армейского социолекта. Это связано

с тем, что в этих условиях солдаты общаются друг с другом наиболее часто и интенсивно, и использование специфического языка становится естественным и удобным средством коммуникации.

Наше наблюдение отражает важный аспект военного общения, связанный с использованием иронии и снижением формальности через специфические термины и обращения. Действительно, такие термины, как "*chicken*" или "*infant*", не только указывают на статус новобранца, но и могут содержать в себе элементы иронии и юмора, что способствует формированию образа неопытного или недостаточно опытного солдата.

Сленг и жаргон, используемые в армейской среде, действительно относятся к неформальной сфере общения и могут служить средством укрепления социальной принадлежности и уменьшению дистанции между солдатами. Однако, когда речь идет о взаимодействии с различными профессиональными статусами, такими как между солдатами и офицерами, может быть необходимо соблюдение формальности и ритуальности общения.

Работая с данными языковыми единицами студенты выполняют словарную работу по поиску нужной трактовки, учитывая контекст. Как показывает практика, при выполнении перевода текстов студенты прибегают к помощи интернет-переводчиков или специальных приложений, которые дают часто употребляемое значение слова. Зачастую это и является причиной корявого общего перевода.

Проиллюстрируем выше сказанное на примерах

а) *shavetailgeneral* - бригадный генерал; но при дословном переводе получаем «генерал с бритым хвостом».

б) *goldleaf* — майор; дословно «золотой лист».

в) *BigBug* – командующий; дословно «большой жук».

Таким образом, занятия по английскому языку можно организовывать с применением аутентичных материалов, что помогает:

- 1) вызвать интерес к иностранному языку;
- 2) мотивировать студентов на изучение институционального военного дискурса английского языка;
- 3) расширить кругозор;
- 4) на примере дискурса рассматривать такие ветки языка как грамматика, лексика, в некоторых ситуациях – стилистика.

Список литературы

1. Бенвенист, Э. Общая лингвистика. М.: Прогресс, 1974. 448 с.
2. Бидерман, Г. Энциклопедия символов. М.: Республика, 1996. 335 с.
3. Бисималиева М.К. О понятиях «текст» и «дискурс» // Международный научный журнал «Филологические науки. Научные доклады высшей школы». 1999. №2. С. 78-83.
4. Гальперин, И.Р. Очерки по стилистике английского языка. М.: URSS, 2012. 375 с.
5. Йоргенсен М.В., Филлипс Л. Дж. Дискурс-анализ. Теория и метод / Пер. с англ. Харьков: «Гуманитарный центр», 2008. 352 с.
6. Караулов Ю.Н. От грамматики текста к когнитивной теории дискурса. Язык. Познание. Коммуникация. М.: Прогресс, 1989. С. 5-11.
7. Нелюбин Л.Л. Лингвостилистика современного английского языка: учеб. пособие. М.: Флинта: Наука, 2007. 128 с.
8. Николаева Т.М. Лингвистика текста. Современное состояние и перспективы // Новое в зарубежной лингвистике. Вып. 8: Лингвистика текста. М.: Изд-во «Прогресс», 1978. С. 5-39.
9. Серио П. Анализ дискурса во французской школе (дискурс и интердискурс). М.: Академический проект; Екб.: Деловая книга, 2001. С. 549-562.
10. Тюрина С.Ю. Дискурс как объект лингвистического исследования. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.myluni.ru/journal/clauses/129/>
11. Фуко М. Археология знания. СПб.: Гуманитарная академия, 2012. 415 с.

УДК 81

РАБОТА С ТЕКСТАМИ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ КАК СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО- ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Опрятнова Ю. Г., канд. пед. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье рассматриваются тексты по специальности, их особенности и возможности применения в образовательном процессе. Автор делает акцент на использовании профессионально-ориентированных текстов в качестве средства подготовки специалистов в области машиностроения при обучении английскому языку на неязыковых факультетах технического вуза.

Ключевые слова: тексты по специальности, средство подготовки, предтекстовые и послетекстовые упражнения, подготовка кадров для ОПК.

Сегодня, в ситуации СВО, оборонная промышленность вынуждена функционировать в непростых условиях и решать большой объем задач. Одной из таких задач для оборонно-промышленного комплекса (ОПК) является подготовка высококвалифицированных кадров.

По мнению исследователя В.Н. Есаулова, сейчас ОПК, как никогда, нужны ученые и специалисты всех ступеней производства, разрабатывающие новую военную технику и технологии [1]. Поэтому в деле подготовки кадров для ОПК возрастает роль образовательных учреждений, готовящих специалистов с начальным, средним и высшим профессиональным образованием.

Выпускников всех уровней профессионального образования сегодня отличает необходимость использовать зарубежный опыт в своей будущей профессиональной деятельности. В данных условиях возрастает роль изучения иностранного языка. Он необходим не

только для ознакомления и изучения зарубежных технологий в сфере ОПК, но и для установления международных контактов, проведения конференций, работы в Интернете, чтения иноязычной литературы.

Потенциал иностранного языка для подготовки специалистов ОПК достаточно велик. На неязыковых факультетах он является средством формирования и формулирования мыслей – как в области повседневного общения, так и в области выбранной специальности, средством формирования личности будущего профессионала. Однако в техническом вузе мы часто сталкиваемся с проблемой недостаточного владения языком, с очень слабой подготовкой студентов, несмотря на то, что в нашей стране иностранный язык изучают с начальной школы.

В процессе преподавания иностранного языка в техническом вузе студентам, обучающимся по специальности «Машиностроение», мы смогли выделить следующие особенности языковой подготовки студентов: недостаточный уровень знаний по иностранному, в частности по английскому, языку; слабая мотивация к изучению иностранного языка в вузе: студенты не понимают значимости иностранного языка для их будущей специальности, считают его не профильным предметом.

Таким образом, можно сделать вывод: процесс преподавания иностранного языка в вузе необходимо осуществлять с позиций профессиональной направленности занятий: работа с профессионально-ориентированной информацией, организация профессиональных коммуникативных ситуаций, решение профессиональных проблем, проектирование профессиональной карьеры и осуществление профессионального развития.

Профессионально-ориентированная информация содержится в текстах: аутентичных и адаптированных. При работе с такими текстами у студентов формируется умение изучать текст, извлекать из него необходимую информацию. Работа с англоязычным текстом дает возможность учащимся погрузиться в языковую среду, а также обогащает лексикон и общую культуру студентов. В высших учебных заведениях текст должен быть не только профильным (ориентированным на профессию студента), но и соответствовать коммуникативно-познавательным интересам и потребностям.

Перед преподавателем стоит задача правильно подобрать текстовый материал, формы и методы работы с текстами, предтекстовые и послетекстовые упражнения. Так, для студентов – будущих специалистов по ракетному и стрелково-пушечному оружию – мы используем профессионально-ориентированные тексты следующей тематики: «Rockets and Missiles», «Design of a Guided Missile», «Guidance Systems», «Drones and other UAVs» и т.д.

Проиллюстрируем возможности работы с текстами по специальности на примере темы «Rockets and Missiles» («Ракеты и ракетная техника»).

Для формирования интереса к проблеме, выработки необходимой мотивации и облегчения понимания иноязычного материала перед чтением текста можно предложить студентам следующие задания:

1. Обсуждение актуальных, злободневных вопросов по теме: What is «rocket»? What types and kinds of rockets are there? What is the impact of rocket technology on society?

2. Проведение квизов, викторин и других игр, вопросы к которым могут подготовить студенты с хорошей языковой подготовкой. Например:

– When is Rocket Troops Day celebrated in Russia?

A) December 17th B) May 1st C) November 4th

– Choose from the following the name of the famous space inventor, who also created the first missile combat systems:

A) S.N. Korolev B) B.V. Snegirev C) A.V. Petrov

– What did Russian troops use during the Northern War of 1700-1716?

A) flares B) New Year's firecrackers C) petards.

3. Работа с иллюстрациями, диаграммами, схемами с использованием опорных конструкций (The chart shows... Complete the table/diagram...).

Следующим этапом работы с текстами по специальности является выполнение предтекстовых заданий, которые непосредственно связаны с текстом. Педагог М. А. Николаева предлагает использовать такие задания: предложить студентам предсказать содержание, исходя из заголовка или иллюстрации к материалу [2]. После обсуждения основные тезисы или слова записываются на

доску для сравнения с содержанием после прочтения. При чтении студенты помечают все встреченные в тексте слова.

Для студентов с недостаточной языковой подготовкой можно использовать для работы с лексикой такое упражнение: обучающиеся должны из списка слов по заданной теме выбрать подходящий для этой темы вокабуляр, например, missile, rocket, engine, motor, photoelectric cell, ballistic weapon, firework, etc.

Следующий этап работы с текстами по специальности подразумевает непосредственно чтение текста. После первого прочтения необходимо оценить результаты предтекстовых упражнений, верны ли оказались предположения о содержании текста. Здесь подойдут вопросы типа: What is this text about? What is the main idea/problem of the text?

Далее мы предлагаем задания репродуктивного уровня с целью воспроизведения ранее полученных знаний. Например, ответы на готовые вопросы по тексту, составление собственных вопросов по тексту, соотнесение слова с его описанием (закрепление активной лексики), составление предложения из набора слов, составление слова из набора букв.

Затем текст читается повторно, и предлагаются задания более сложного уровня, например:

- расположите отрывки текста в правильном порядке (Put the extracts in the right order);
- верно или нет высказывание (True or False);
- согласны/не согласны (Do you agree or disagree?);
- выберите правильный ответ (Choose the correct variant);
- в каком абзаце говорится об определенном явлении (In what paragraph...?);
- заполните пропуски (Fill in the gaps);
- расположите предложения в хронологическом порядке (Put the sentences in the chronological order) и т.п.

После этого мы даем задания более продвинутого уровня, например, составление монологических высказываний типа «А что было бы, если бы...».

Студентам с хорошей языковой подготовкой мы предлагаем распределить слова по частям речи или по темам: tactical guided missiles, strategic missiles и т.п.

На этапе контроля степени усвоения новых лексических единиц даются задания на подбор синонимов, антонимов или определений, составление диалогов по образцу.

Помимо упражнений для составления монологического высказывания не менее важно давать задания на развитие диалогической речи, составление диалогических высказываний. Например,

– дополните диалог словами и фразами, необходимыми по смыслу (Complete the dialogue below using the words from the table);

– составьте собственный диалог, используя слова и фразы из текста (Complete the dialogue below using the words from the text) и т.п.

Дальнейшая работа с текстами по специальности для эффективной подготовки кадров для предприятий ОПК предполагает также творческие задания на отработку специфической лексики по теме:

– ролевые и деловые игры (интервью с одним из разработчиков оружия);

– интерактивные методы: дискуссия или круглый стол по теме (например, «Война и вооружение. War and armament» - обсуждение того, какие виды оружия существуют, какие наиболее эффективные и в каких боевых условиях и т.д.);

– проект (студенты делятся на группы, каждая готовит выступление по одному из вопросов – основные виды оружия, их достоинства и недостатки, меры по защите и т.п.);

– написание сочинений по теме.

Таким образом, можно сделать вывод, что работа с текстами по специальности на занятиях по английскому языку очень важна при подготовке специалистов в области вооружения. Разносторонняя работа с профессионально-ориентированными текстами по иностранному языку обеспечивает решение не только практических, образовательных и воспитательных задач, но и содержит огромные возможности для понимания и усвоения особенностей будущей профессиональной деятельности, что особенно важно в сложившейся ситуации необходимости подготовки высококвалифицированных кадров для ОПК.

Список литературы

1. Есаулов, В.Н. Система подготовки кадров в оборонно-промышленном комплексе (ОПК) / В.Н. Есаулов // Вестник Томского государственного университета. – 2014. - № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podgotovki-kadrov-v-oboronno-promyshlennom-komplekse-opk> (Дата обращения: 26.05.2024).

2. Николаева, М.А. Альтернативные источники учебного материала: новостные статьи / М.А. Николаева // Актуальные проблемы теоретической и прикладной лингвистики: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 128 с.

**Секция 4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ И
ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ,
НАЗЕМНЫХ И МОРСКИХ СИСТЕМ,
ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ**

УДК 623.746.4-519

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА

*Гусев Д.С., студент,
Кудряшов Р.А., студент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Статья представляет собой обзор систем управления беспилотных летательных аппаратов. Рассматриваются три основных типа: дистанционно-пилотируемые (управляемые оператором с земли), гибридные (сочетание ручного и автономного управления) и автономные дроны с искусственным интеллектом и компьютерным зрением, способные самостоятельно управлять полетом и выполнять миссии. Особое внимание уделяется последним, использующим компьютерное зрение и GPS для создания карт и принятия решений о движении.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, системы управления, автономные БПЛА, алгоритмы навигации.

На данный момент существует три типа систем управления беспилотным летательным аппаратом: дистанционно-пилотируемые летательные аппараты (ДПЛА); автоматические БПЛА с полностью автономной системой управления; гибридные.

К категории ДПЛА относятся аппараты, целиком управляемые оператором с земли. Наиболее распространённым видом управления ДПЛА является передача сигнала по радиочастотному каналу, но такой метод управления наименее надёжен.

К БПЛА с гибридной системой управления относят комбинацию ручного управления оператором и автономного. В данном типе управления основной контроль за БПЛА все еще остается за

оператором, но некоторые функции и маневры дрон выполняет самостоятельно.

К автономным дронам относят беспилотные летательные аппараты, которые используют искусственный интеллект и компьютерное зрение для самостоятельного полета и воздушных действий с помощью интегрированных схем и программирования.

Автономные дроны используют компьютерное зрение, чтобы принимать решения о движении и летать без участия пилота. Они захватывают изображения и видеосигналы вокруг себя с помощью высококачественных датчиков изображения, преобразуют их в цифровые сигналы с помощью компьютерного зрения и создают карты с помощью GPS.

Способ использования методов и алгоритмов искусственного интеллекта, современных автономных дронов потребительского и промышленного уровня позволяет различать большие и меньшие препятствия. Они создают альтернативные пути движения и продолжают двигаться и выполнять задачи, для которых предназначены [1].

Ключевым отличием автономного дрона является его способность продолжать полет самостоятельно после завершения этапа пилотирования. Настроив конкретную траекторию полета или переключив внимание на другие задачи, автономное программное обеспечение продолжит работу до тех пор, пока не будет получено иное указание.

Основными компонентами автономных дронов являются: система автопилота; модуль GPS; датчики обнаружения препятствий; бортовой компьютер. Эти компоненты работают в тандеме, позволяя автономным дронам работать независимо, принимать решения в зависимости от окружающей среды и выполнять сложные задачи без прямого вмешательства человека.

Существует несколько уровней автономности беспилотного транспортного средства:

– Уровень 0. Пилот сохраняет полный контроль на протяжении всего пути от взлета до приземления.

– Уровень 1. Определенная функция полета – обычно определение положения или обнаружение препятствий – автоматизирована. Дроны должны оставаться в прямой видимости пилота.

–Уровень 2. Дроны посылают предупреждающие знаки, когда объект приближается слишком близко. Пилот отвечает за безопасную эксплуатацию и удержание дронов в пределах VLOS.

–Уровень 3. Пилот присутствует исключительно в качестве дублера. Полезная нагрузка, состоящая из устройств и датчиков, позволяет дронам летать по заранее запрограммированному маршруту, не сталкиваясь с препятствиями.

–Уровень 4. Присутствие на объекте больше не требуется. При наличии разрешения операции могут проводиться за пределами прямой видимости (BLVOS), поскольку дроны способны летать в суровых условиях и имеют систему безопасности, к которой можно прибегнуть в случае поломки.

–Уровень 5. Дроны берут на себя всю работу, связанную с полетом. Технологическая и правовая база, обеспечивающая полную автономию, все еще находится на стадии тестирования [2].

Основной причиной перехода к автономным системам управления является эффективное выполнение широкого спектра задач без прямого контроля человека, что приводит к повышению безопасности и снижению рисков для человека и окружения, повышению эффективности и производительности, экономии затрат на выполнение трудоемких работ.

Список литературы

1. All There's to Know About Autonomous Drones // Nearthlab | Turbine Inspections Made Easy. – URL:<https://www.nearthlab.com/post-blog/autonomous-drones/> (дата обращения: 28.03.2024).

2. The Ultimate Guide to Autonomous Drones: Benefits, Applications, and Top Models // JOUAV - Reliable UAVs Make the Task Easier, Safer, Faster. – URL: <https://www.jouav.com/blog/autonomous-drones.html> (дата обращения: 28.03.2024).

УДК 623.746

ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ НА ДОСТУПНОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ И НАСТРОЙКИ ПОЛЕТНОГО КОНТРОЛЛЕРА БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

*Кочеткова Н.А., студент,
Хрусталёв П.Е., канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые факторы для обеспечения эффективности и надежности работы БАС. Особое внимание уделяется процессу сборки БАС на доступной элементной базе и настройке полетного контроллера.

Ключевые слова: беспилотная авиационная система, дрон, программное обеспечение, полетный контроллер.

В современном мире рост интереса к беспилотным авиационным системам (БАС) создает потребность в эффективной сборке и настройке элементов, доступных для широкого круга пользователей.

Особенности сборки на доступной элементной базе и настройки полетного контроллера становятся ключевыми факторами для обеспечения эффективности и надежности работы БАС.

Учитывая рост конкуренции и разнообразие применений БАС, понимание и применение этих особенностей становится все более актуальным для инженеров и разработчиков.

Ниже приводятся аппаратный состав БАС, разработанной в целях проведения разведки в контролируемом секторе, базирующийся на DJI платформе.

Набор DJI F450 включает в себя:

- Рама F450: основа для установки моторов, электроники и других компонентов;
- Моторы: четыре бесколлекторных мотора для пропеллеров DJI E300 2212 Motor (CW+CCW);
- Пропеллеры: пластиковые 4 шт;

- Контроллер полета DJI Naza m lite;
- ESC (Electronic Speed Controllers) для управления скоростью вращения моторов DJI ESC-20A OPTO;
- Приемник радиоуправления;
- Комплект креплений и кабелей для сборки и подключения компонентов;
- Шасси.



Рис.1. Квадрокоптер DJI f450

Ниже описывается процесс сборки квадрокоптера:

1. На центральном основании корпуса необходимо залудить контактные площадки подключения контроллеров и аккумуляторов.
2. Припаиваем провода регуляторов к плате, соблюдая полярность.
3. Припаиваем провода с коннектором к плате для подключения аккумулятора.
4. К проводам двигателей припаиваем разъёмные контакты, после чего производим монтаж двигателей — привинчиваем по 1 двигателю на каждый луч.
5. Устанавливаем параллельно с моторами, модули светодиодной индикации. Подключаем к модулю управления.
6. Осуществляем сборку рамы. Привинчиваем лучи и посадочные шасси к плате.
7. Крепим регуляторы к лучам дрона хомутами.
8. Подключаем приемник радиоуправления к контроллеру полета.

9. Подключаем аккумулятор к ESC.

10. Проверяем корректность подключений на предмет работы всех компонентов.

Полетный контроллер Naza M Lite (см. рис. 2) - главный контроллер (МС) и чип всей беспилотной системы. Он связывает ESC и RC пульт с функцией автопилота. МС состоит из инерционного измерительного устройства (IMU), 3-х осевого акселерометра, 3-х осевого гироскопа, барометра.

Все сигналы от датчиков анализируются в контроллере и далее поступают на моторы.

Регулятор питания входит в комплект, он необходим. чтобы контроллер питался через специальный датчик, так как напрямую моторы к чипу нельзя подключать, потому что чип требует маленький ток, а с моторов идёт большой ток. При таком подключении контроллер может сгореть, поэтому нужны регуляторы на каждый мотор.

В комплекте есть светодиод, он необходим чтобы пилот понимал состояние квадрокоптера (переключение режимов, разряд батареи, ошибка). Светодиод поддерживает 8 каналов.

Датчик GPS - датчик положения необходим, чтобы задать координаты, по которым квадрокоптер будет летать, а также удерживать позицию на одном месте. При сбоях в управлении с помощью GPS датчика, дрон сможет вернуться на место взлета, что повысит надежность использования дрона.

В комплекте есть стойка для GPS, которая необходима для того, чтобы увеличить расстояние от расположения электроники и моторов, так как они создают электромагнитные поля, что вызывает помехи на модуле.

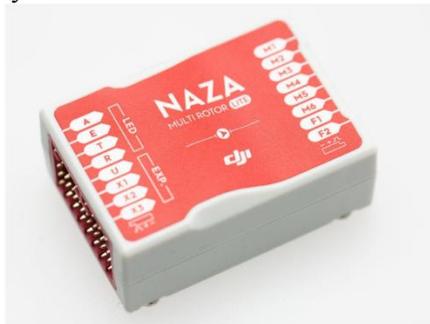


Рис.2. Полетный контроллер

К портам контроллера соответственно подключаются порты приемника, отвечающие за следующие каналы:

A - канал Aileron - наклоны влево/вправо, крен

E - канал Elevator - наклон носа вверх/вниз, тангаж

T- канал Throttle - шаг-газ

R-канал Rudder - рысканье (вращение относительно вертикальной оси)

U - канал управления режимами полета

X1 - можно настроить регулировку подвеса для камеры или чувствительность параметров полета

X2 - переключение режимов интеллектуального полета IOC

X3 -порт подключения контроллера питания.

M1-M6 подключение моторов. F1-F2 подключение подвеса.

Настройка контроллера с помощью ПО DJI NazaM Assistant 2.40 приведена на рис. 3. DJI Assistant 2 – это программа для обновления и калибровки полетного контроллера Naza M Lite.

После установки DJI NazaM Assistant 2 подключаем квадрокоптер к компьютеру через USB кабель и запускаем программу.



Рис.3. ПО DJI NazaM Assistant 2.40

Основные настройки:

- Basic Gain – реакция на стики по всем четырем каналам. Чем больше, тем резче будет коптер обрабатывать команды.

- Attitude Gain – скорость реакции на внешние воздействия. Например, на дуновение ветра. Чем больше, тем интенсивнее коптер будет возвращаться на удерживаемую позицию.

- Remote Adjust – удаленная настройка. Позволяет при использовании дополнительного канала управления подстраивать коэффициенты с пульта.

- Failsave – включает в себя два режима:

1. Дрон сразу приземлится при потере связи либо он вернётся. Если он летел на высоте ниже 20 м, то наберёт 20 м, это положение постоянное, далее дрон вернётся и совершит посадку.

2. Если выше 20 м, то дрон вернётся на текущую высоту и совершит посадку.

Motor – Есть два режима арминга моторов:

1. Immediately - будут крутиться

2. Intelligent-не будут крутиться.

Верхняя шкала показывает скорость, с которой будут вращаться моторы после того как коптер будет заармлен. Если задать положение HIGH, то возможно, что при арминге коптер сразу начнёт взлетать, а это ведёт к неблагоприятным последствиям, так как при минимальном газе, когда он начнёт взлетать могут возникнуть трудности с посадкой.

На дрон возможна установка подвесного оборудования, а также улучшение амортизации. Для этого необходимо использование следующих оптимизаций и вариаций:

- Установка новых пропеллеров: возможно установить новые пропеллеры с различным диаметром, углом наклона лопастей или материалом изготовления, чтобы изменить характеристики полета дрона.

- Магнитный зацеп: использовать магнитный крючок, который легко прикрепляется к дрону. Магнит должен быть достаточно сильным, чтобы удерживать веревку, но при этом не слиш-

ком сильным, чтобы не повредить другой дрон. Это позволит поднимать и транспортировать другие дроны без их разборки.

- Зажимной крючок: необходимо рассмотреть возможность использования крючка с зажимом, который можно легко прикрепить к раме дрона. Этот тип крючка позволит быстро и без разборки подцепиться к другому дрону.

- Подвесная система: целесообразно разработать специальную подвесную систему для дрона, в которой будет установлен крючок с веревкой. Эта система может включать в себя выдвижные или опускаемые крючки, которые могут быть активированы по усмотрению при управлении дроном.

- Установка амортизационных элементов: возможно использование специальных амортизационных подушек или резиновых прокладок между рамой и моторами, а также между электронными компонентами и корпусом.

- Использование демпферов: не стоит забывать про возможность установки специальных демпферов или амортизаторов между корпусом дрона и камерой, чтобы поглощать вибрации и обеспечивать более стабильное изображение при съемке.

Список литературы

1. Бородин, В. И. Беспилотные летательные аппараты / В.И. Бородин, А.А. Львов. – Москва: Издательский центр "Академия", 2018.

2. Коробко, В. Ф. Управление мультисенсорными беспилотными летательными аппаратами / В.Ф. Коробко. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2019.

3. Соколов, М. В. Основы теории и практики управления беспилотными летательными аппаратами / М.В. Соколов, Д.В. Соколов. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015.

УДК 004.42

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ АВИАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

*Кириянов О.К., студент,
Хрусталёв П.Е., канд. техн. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. В статье рассматриваются методы и система моделирования группового управления беспилотными авиационными системами. Описываются функциональные требования, предъявляемые к создаваемой системе, ее архитектура, используемые технологические решения. Приводится анализ результатов испытаний системы моделирования.

Ключевые слова: беспилотная авиационная система, дрон, групповое управление, программное обеспечение.

Разработка методов и систем моделирования группового управления беспилотными авиационными системами (БАС) является одной из актуальных задач современности. В последние годы наблюдается значительный рост использования БАС в различных областях, включая военные операции, гражданскую авиацию, сельское хозяйство, поисково-спасательные операции и мониторинг окружающей среды. Эти системы обладают значительным потенциалом для выполнения сложных и опасных задач, которые трудно или невозможно выполнить с помощью пилотируемых летательных аппаратов.

Особую значимость приобретают исследования, проводимые в области группового управления БАС, где несколько беспилотных аппаратов действуют как единая координированная группа. Это позволяет существенно повысить эффективность выполнения задач за счет распределения функций между отдельными аппаратами, увеличить зону охвата и повысить потенциал надежности такой

системы в целом. Однако координация и управление группой БАС представляют собой достаточно сложную задачу, требующую разработки новых современных методов и технологий, которые в обязательном порядке должны проходить предварительное тестирование на созданных моделях вследствие существования значительных материальных затрат на приобретение такой специализированной техники.

Для создания системы моделирования группового управления БАС следует рассмотреть ряд функциональных требований, предъявляемых к создаваемой системе:

- Система должна поддерживать моделирование различных сценариев полетов БАС, включая патрулирование, разведку, доставку грузов и другие задачи, решаемые одним или несколькими (группой) дронов.

- Система должна обеспечивать возможность настройки параметров сценариев функционирования БАС, таких как время полета, задание и корректировку маршрута, погодные условия и другие факторы.

- Система должна обеспечивать поддержку моделирования взаимодействия между несколькими БАС, включая координацию и выполнение ими совместных и, в исключительных случаях, отдельных, разделенных задач.

- Система должна обеспечивать возможность создания и изменения самой стратегий группового управления БАС: поддержание формирования (строя) БАС в соответствии с определенными параметрами, избегание столкновений в группе.

- В системе должны быть реализованы различные алгоритмы управления с учетом маршрутизации, оптимизации траекторий движения, распределения задач между БАС, входящими в группу. Также должна присутствовать возможность легкой интеграции и тестирования новых алгоритмов управления

- Система должна обеспечивать визуализацию 3D-моделей дронов и их траекторий движения в реальном масштабе времени.

- Система должна обеспечивать отображение данных о состоянии дронов, таких как заряд батареи, координаты, скорость и другие необходимые параметры.

- Система должна обеспечивать возможность записи и воспроизведения симуляций полетов для последующего анализа.
- Система должна включать в себя интуитивно понятный интерфейс для настройки сценариев, управления симуляцией БАС и анализа результатов моделирования.
- Система должна обеспечивать возможность ручного управления дронами во время симуляции для проведения экспериментов и тестирования.

Вышеописанный функциональный перечень охватывает большинство актуальных требований к системе моделирования группового управления БАС, однако не исключается дополнение функциональных возможностей системы с целью использования методов группового управления БАС в различных специальных условиях и задачах.

Архитектура разработанной системы моделирования группового управления БАС включает в себя логические и физические компоненты, методы их взаимодействия, а также технологические решения, использованные для реализации системы на платформе Unity. В спроектированной системе особое внимание уделено управлению формированием дронов, динамическому назначению командира и перераспределению ролей при уничтожении дронов.

Архитектура системы моделирования группового управления БАС состоит из следующих ключевых компонентов: графический интерфейс пользователя (GUI), модуль симуляции, модуль визуализации, модуль данных, интеграционные интерфейсы.

Пользовательский интерфейс, изображенный на рис. 1 обеспечивает взаимодействие пользователя с системой моделирования и включает в себя главное меню, редактор сценариев и панель управления симуляцией.

Главное меню: предоставляет доступ к основным функциям системы, таким как создание нового сценария, загрузка существующего сценария, запуск симуляции и просмотр результатов.

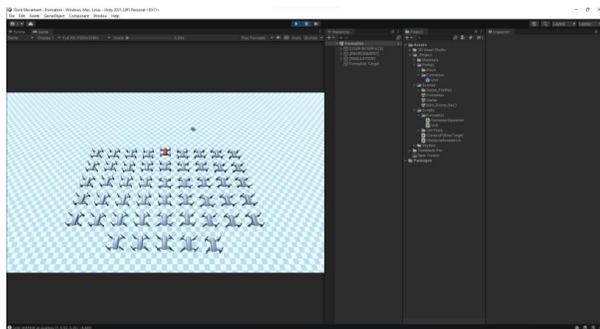


Рис.1. Пользовательский интерфейс системы моделирования, реализованной в среде Unity

Редактор сценариев позволяет пользователю настраивать параметры сценария, включая маршрут полета группы БАС, количество дронов, их начальные позиции и выполняемые задачи.

Панель управления симуляцией отображает текущие данные симуляции в реальном времени, такие как состояние дронов, параметры полета и статус выполнения задач.

Модуль симуляции реализует основные функциональные возможности системы и включает следующие компоненты:

- Физический движок, который обеспечивает моделирование физического поведения дронов, включая аэродинамику, управление движением и столкновения.
- Алгоритмы управления, реализующие различные стратегии и алгоритмы управления дронами, такие как маршрутизация, избегание столкновений, поддержание формации и другие.
- Менеджер событий, который обрабатывает события, происходящие во время симуляции, такие как изменение условий среды, выполнение задач и возникновение непредвиденных ситуаций.
- Модуль времени, управляющий временем симуляции, обеспечивая возможность ускорения, замедления или остановки симуляции.

Алгоритмы управления формированием дронов играют ключевую роль в системе. Они обеспечивают назначение индексов дронам, определение командира формации, строительство дронов вокруг командира и динамическое перераспределение ролей при уничтожении дронов. Алгоритм целесообразно встраивать в один скрипт, что обеспечивает компактность и эффективность управления.

Модуль визуализации отвечает за отображение состояния симуляции в реальном времени и включает следующие компоненты:

- 3D-модели дронов: реалистичные модели дронов, отображающие их внешний вид и состояние (см. рис. 2).
- Отображение траекторий: визуализация маршрутов полета дронов в виде линий или кривых.
- Информационные панели: отображают ключевые параметры дронов, такие как заряд батареи, скорость, высота и другие.
- Средства отладки: инструменты для разработчиков, позволяющие отслеживать и анализировать работу системы моделирования в процессе разработки и тестирования.



Рис.2. 3d модель беспилотной авиационной системы

В системе реализуется три основных алгоритма управления БАС: алгоритм назначения индексов и определения командира, алгоритм построения формации, алгоритм перераспределения ролей при уничтожении дронов.

Выбор инструментов и технологий для разработки системы моделирования группового управления БАС на платформе Unity был основан на необходимости обеспечить высокое качество, производительность и удобство разработки. Использование Unity в сочетании с C# и Visual Studio позволяет создавать мощные и гибкие симуляции. Инструменты для управления версиями, непрерывной интеграции, 3D-моделирования и тестирования обеспечивают

надежность и эффективность процесса разработки. Таким образом, выбранные инструменты и технологии создают прочную основу для успешного построения системы моделирования.

Анализ результатов испытаний системы моделирования показал, что разработанная система управления беспилотными авиационными системами соответствует требованиям, предъявляемым к системам такого рода. Система продемонстрировала высокую надежность и устойчивость в различных сценариях использования, она успешно справляется с поставленными задачами, обеспечивая корректное управление группой дронов в различных условиях.

Испытания и анализ результатов разработки системы моделирования группового управления БАС в Unity показали, что система готова к практическому использованию.

УДК 621.373

ЛАЗЕРНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ СИНЕГО СПЕКТРАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ ПОДВОДНОГО БАЗИРОВАНИЯ

Ериков М.Н., старший преподаватель

Солохин С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Работа выполнена в рамках субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) №075-00101-24-02 от 14.05.2024 г.

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований генерации твердотельного лазерного излучателя синего спектрального диапазона. Генерация синего излучения получена методом генерации третьей гармоники при нелинейно-оптическом преобразовании излучения YAG:Nd - лазера с обращением волнового фронта на длине волны неосновного перехода

1.34 мкм. Энергия импульса синего излучения на длине волны 0.45 мкм составила 4 мДж при эффективности преобразования 8 %.

Ключевые слова: синий спектр, твердотельный лазер, генерация кратных гармоник.

Беспилотные системы подводного базирования предназначены для выполнения различных практических задач: исследование континентального шельфа морского дна, поиск полезных ископаемых, выполнение строительных и ремонтных работ под водой, проведение спасательных операций, изучение биологических морских объектов и др. Применение лазерных систем связи позволяет существенно улучшить автономность работы беспилотных подводных систем и расширить спектр выполняемых технических задач.

Перспективным направлением развития лазерных систем для подводной связи является применение лазеров синего спектра с длиной волны около 450 нм [1]. Данное излучение попадает в минимум поглощения воды [2], что позволяет существенно увеличить дальность действия лазерных систем связи. При этом, наибольший практический интерес представляют компактные твердотельные лазерные системы на основе кристаллических активных и нелинейных сред, обеспечивающих генерацию излучения с высокой энергией и малой длительностью импульса, а также обладающих высокой стабильностью и эффективностью работы. Лазерное излучение синего спектра можно получить методом генерации второй гармоники излучения твердотельных Nd-лазеров, работающих по квазитрехуровневой схеме на длине волны в области 0.9 мкм [3,4]. Однако получить излучение с высокими энергетическими параметрами отдельного импульса весьма затруднительно, что связано с низкой энергетической эффективностью квазитрехуровневой схемы генерации, необходимостью применения высокомошных источников накачки, сложностью реализации режимов модуляции добротности. Перспективным подходом для реализации мощного лазера синего спектра является метод генерации третьей гармоники излучения Nd-лазеров, работающих на длине волны около 1.3 мкм [5]. Работа данных лазеров происходит по четырехуровневой схеме, что повышает эффективность генерации и позволяет при меньших энергозатратах получить более мощное излучение.

Исследование генерации лазерного излучения синего спектра проводилось на экспериментальной установке, оптическая схема которой представлена на рис. 1.

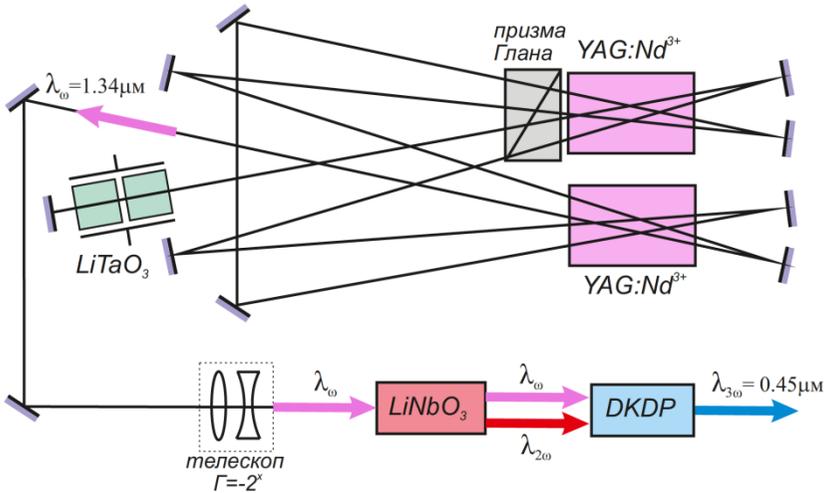


Рис. 1. Оптическая схема лазерного излучателя

В качестве источника накачки использовался YAG:Nd - лазер с обращением волнового фронта (ОВФ) на длине волны неосновного перехода 1.34 мкм, излучение которого последовательно преобразовывалось во вторую ($\lambda_{2\omega} = 0.67$ мкм) и третью гармоники ($\lambda_{3\omega} = 0.45$ мкм). ОВФ-лазер работал в режиме электро-оптической модуляции добротности и генерировал моноимпульс с энергией 100 мДж при длительности импульса 120 нс. Параметр качества излучения составлял $M^2 = 1.3$. Для генерации 2-й гармоники использовался кристалл LiNbO₃ с размерами 8x10x20 мм. Для генерации 3-й гармоники использовался кристалл DKDP диаметром около 20 мм и длиной 60 мм. Для повышения интенсивности складываемых излучений использовался телескоп с двукратным уменьшением. Пропускание телескопа на длине волны 1.34 мкм составило 80%. Энергией излучения на $\lambda = 1.34$ мкм управляли с помощью калиброванных ослабителей. В ходе эксперимента исследовались энергетические и временные параметры лазерного излучения вто-

рой и третьей гармоник. Графики зависимостей энергии излучения и эффективности преобразования от энергии накачки $\lambda = 1.34$ мкм представлены на рис.2. и рис.3 соответственно.

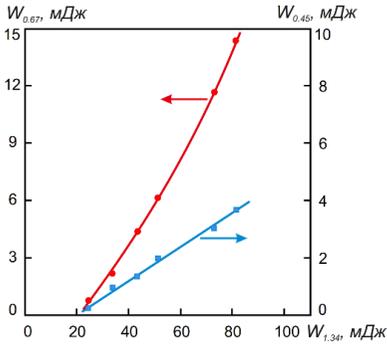


Рис.2. Энергия излучения кратных гармоник

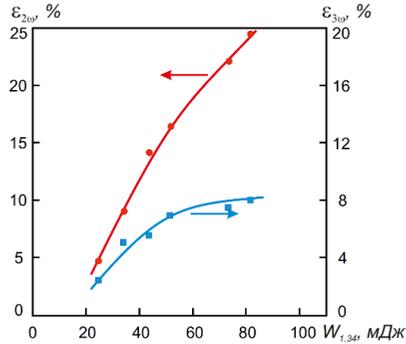


Рис.3. Эффективность преобразования кратных гармоник

Из рис.2 видно, что с увеличением энергии накачки энергия излучения кратных гармоник увеличивается. При максимальной энергии накачки 80 мДж энергия импульса красного излучения на $\lambda_{2\omega} = 0.67$ мкм составила почти 15 мДж, а энергия импульса синего излучения на $\lambda_{3\omega} = 0.45$ мкм составила 4 мДж. Из рис.3 видно, что с увеличением энергии накачки эффективность преобразования второй гармоники увеличивается практически линейно и достигает 25 %. При этом эффективность преобразования третьей гармоники имеет стремление к насыщению, что связано, в первую очередь, с неоптимальным соотношением энергий складываемых излучений на $\lambda_{\omega} = 1.34$ мкм и $\lambda_{2\omega} = 0.67$ мкм. Наибольшее значение эффективности преобразования третьей гармоники составило 8 %.

На рис.4. представлены осциллограммы импульсов второй и третьей гармоники. Длительность импульса второй гармоники составила 90 нс, а третьей гармоники – 70 нс.

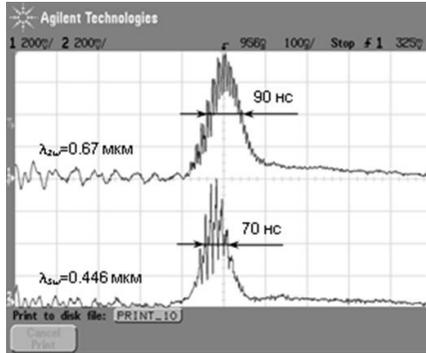


Рис.4. Осциллограммы импульсов кратных гармоник

На основании полученных значений энергии и длительности импульса, была рассчитана пиковая мощность синего излучения, которая составила около 60 кВт. Данное значение мощности является достаточным для построения лазерной системы подводной связи ближнего радиуса действия для управления беспилотными аппаратами подводного базирования.

Список литературы

1. Лазеры: применения и приложения: учеб. пособие / Под ред. А. С. Борейшо. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 520 с.
2. Hale G.M., Querry M.R. Optical constants of water in the 200 nm to 200 μm wavelength region // *Appl. Opt.* 1973. 12. P. 555-563.
3. Заварцев, Ю.Д. Квазитрехуровневый Nd:GdVO₄-лазер на $\lambda = 456$ нм с диодной накачкой / Ю.Д. Заварцев, А.И.Загуменный, Ф. Зероук, С.А. Кутовой, В.А. Михайлов, В.В. Подрешетников, А.А. Сироткин, И.А. Щербаков // *Квантовая электроника.* 2003. Т.33, №7. С. 651-654.
4. Lutz, Y. Pulsed blue-light generation by the frequency doubling of the ⁴F_{3/2} to ⁴I_{9/2} transition in Nd:YAG and Nd:YAIO₃ / Y. Lutz, D. Rytz, C. Gaudillat // *Appl. Phys. B.* 2000. № 70, P. 479-482.
5. Haibo, Peng. Generation of 7.6-W blue laser by frequency-tripling of a Nd:YAG laser in LBO crystals / Peng Haibo, Hou Wei, Chen Yahui, Cui Dafu, Xu Zuyan // *OPTICS EXPRESS.* 2006. Vol. 14, No. 9. P. 6543-6549.

УДК 004.41

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ЕДИНОЙ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

*Замятин А.Ю., д-р техн. наук,
Толстиков А.В.*

*Научно-исследовательский центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов Ковровской государственной технологической академии имени В.А. Дегтярёва,
Ковровская академия БАС «Креchet»*

Аннотация. Рассмотрены вопросы создания единой информационно-управляющей системы для объединения существующих и перспективных территориально распределённых антидрон-систем. Первоначальная реализация ориентирована на противодействие беспилотным летательным аппаратам. В дальнейшем предполагается расширение возможностей на наземные и морские робототехнические комплексы, включая безэкипажные катера.

Ключевые слова: робототехнический комплекс, распределённая система, противодействие

Введение

За 2023 и 2024 годы робототехнические комплексы (РТК) военного назначения продемонстрировали бурное технологическое развитие. В настоящее время одной из серьёзнейших угроз безопасности инфраструктурных объектов является несанкционированное применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1–3]. Большие проблемы доставляют БПЛА (прежде всего, разведывательные и ударные) в зоне проведения специальной военной операции (СВО) на Украине [4–6] и приграничных территориях. В последнее время участились и полёты ударных дронов вглубь терри-

тории России. В связи с этим в РФ остро стоит вопрос создания единой распределённой системы информационного взаимодействия гетерогенных антидрон-средств.

Сегодня разработано и производится значительное число разнородных средств обнаружения, радиочастотного подавления и поражения БПЛА [7–9]. На рынке представлены многочисленные отечественные разработчики (ООО «СТЦ», АО «НИИ «Вектор» и многие другие). Помимо российских, используется широкий спектр китайских изделий. Ограниченно применяются современные высокотехнологичные решения иранской промышленности.

Каждая из этих антидрон-систем имеет, как правило, собственную систему управления и мониторинга, не обеспечивающую взаимодействия со смежными системами и комплексами.

1. Текущее состояние и проблемы в области антидрон-систем и комплексов

К настоящему моменту в России произведено и развёрнуто огромное количество разнородных антидрон-средств, в состав которых могут входить в различных сочетаниях:

- радиочастотные обнаружители и пеленгаторы;
- оптоэлектронные средства обнаружения в видимом и ИК-диапазонах;
- радиолокационные и акустические средства обнаружения;
- средства анализа поведения абонентов мобильных сетей для выявления и блокировки возможных каналов управления дронами, а также определения местонахождения операторов или ретрансляторов;
- радиочастотные средства подавления каналов управления, мониторинга и полезной нагрузки дронов, а также каналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС);
- средства спуфинга ГНСС;
- средства «засветки» оптоэлектронных средств дронов;
- средства пуска дымов и аэрозолей;
- средства лазерного поражения (лазерные пушки);
- средства электромагнитного поражения (электромагнитные пушки);
- средства кинетического поражения, включая различные ти-

пы дронов-перехватчиков («камикадзе» для тарана или подрыва при сближении, носители средств поражения и т. п.).

Одной из возникающих при их эксплуатации проблем является нарушение электромагнитной совместимости, что приводит к потере части функциональности при совместной работе.

В последнее время всё чаще от заказчиков антидрон-систем появляются запросы на быстроподнимаемые заграждения с использованием газобаллонных летательных аппаратов.

Многие антидрон-изделия, обладая уникальными техническими характеристиками, не могут обеспечить должное распределение целевой информации между заинтересованными потребителями из-за отсутствия каких-либо средств интеграции с «внешним контуром».

В связи с этим, очевидно, что остро стоит вопрос создания механизмов и средств распределённого взаимодействия существующих и перспективных гетерогенных антидрон-средств обнаружения, радиочастотного подавления и поражения БПЛА.

2. Новые вызовы настоящего времени

Многие современные БПЛА стали автономными. При этом они не имеют радиоизлучения, что делает невозможным их обнаружение и подавление по каналу управления. Часто используется комплексная навигационная система (спутник, инерциальная система, движение по подстилающей поверхности), что не позволяет нарушить работоспособность БПЛА путём подавления канала спутниковой навигации.

БПЛА часто работают группой или роем (что затрудняет их обнаружение/отслеживание и последующее противодействие), могут использовать нестандартные частоты канала управления и мониторинга, активно используется спутниковая связь.

БПЛА имеют возможность наведения на излучение радиочастотного подавителя, что делает систему противодействия уязвимой.

Успешность борьбы с БПЛА может быть достигнута следующими путями:

- повышение ситуационной осведомлённости;

- комплексное применение различных технологий обнаружения и идентификации (в том числе, с использованием искусственного интеллекта);
- комплексное применение различных средств подавления и физического поражения;
- формирование эшелонированной распределённой системы противодействия БВС.

3. Предлагаемое решение

В рамках настоящей работы предлагается создание единой интеграционной платформы (ЕИП), способной обеспечить информационное взаимодействие между существующими антидрон-системами и комплексами в части управления, мониторинга и оценки фоно-целевой обстановки. Предлагаемое решение способно работать как по одиночным целевым объектам, так и по группам или роям дронов.

Содержательно ЕИП обеспечивает наполнение двух основных информационных массивов (актуальное состояние и историчность):

- информация о существующей антидрон-инфраструктуре;
- информация о фоно-целевой обстановке.

Базовая функциональность ЕИП предусматривает возможность распознавания целевых объектов средствами платформы в дополнение к штатным имеющимся средствам подключаемых антидрон-систем и комплексов.

Значительная часть функционала ЕИП, связанная с обнаружением, идентификацией и сопровождением целевых объектов может быть предоставлена авторизованным потребителям в качестве сервиса. Многократно может быть сокращено время формирования и эффективность пополнения обучающих выборок для средств искусственного интеллекта для обнаружения и распознавания целевых объектов.

Функционал подавления и поражения также может быть реализован в виде сервисов ЕИП после принятия соответствующей нормативно-правовой базы.

В перспективе владельцы подключенных к ЕИП антидрон-средств также получат возможность реализации функционала сво-

их технических средств в виде сервисов.

Одним из вариантов применения ЕИП является обеспечение образовательного процесса для подготовки разработчиков и операторов средств противодействия БПЛА.

Структурно ЕИП включает в свой состав:

- интеграционную шину;
- модули кибербезопасности [10, 11], администрирования и протоколирования;
- модули резервного копирования и восстановления данных, в т. ч. после бедствия;
- модули инфокоммуникационного взаимодействия [12–15];
- базу данных (БД) по подключенным к платформе антидрон-системам;
- БД по существующим, но не подключенным к платформе антидрон-системам;
- БД возможных сценариев при возникновении нештатных ситуаций;
- БД по возможным целевым объектам и их характеристикам;
- БД по лучшим практикам применения и случаям негативных действий;
- модули распознавания целевых объектов (по радиочастотным, радиолокационным, тепловым и акустическим сигнатурам, в видимом спектре и т. п.);
- модули инженерных расчётов и искусственного интеллекта (ИИ) для оценки возможного поведения целевых объектов;
- модули ИИ для ситуационного анализа и выработки управленческих решений;
- модули инженерных расчётов для оценки ограничений технических характеристик, накладываемых на вновь вводимые антидрон-средства;
- геоинформационную систему с наборами карт, визуализацией ориентиров, ситуационной привязкой, описанием особенностей существующих объектов и т. п. [16, 17];
- модули оценки радиоэлектронной обстановки (РЭА) [18];
- адаптеры к программно-аппаратному комплексу Национального центра управления обороной РФ (НЦУО), единой системе организации воздушного движения (ЕС ОрВД) [19], системам Фе-

деральных органов управления власти (ФОИВ) и системам контроля радиочастотного спектра;

– информационно-справочную подсистему [20].

При проектировании ЕИП целесообразно использовать открытую архитектуру, что позволит сторонним разработчикам добавлять собственные специализированные модули.

В случае добавления модулей виртуальной реальности [21, 22] ЕИП станет способна в режиме тренировок и проведения учений моделировать и воспроизводить различные условия противодействия БПЛА с широким изменением параметров сценариев (география, местность, время года и суток, погодные условия, радиоэлектронная обстановка, характер действий БПЛА-нарушителей, характер действия собственных сил и средств).

Ещё одной возможной областью применения ЕИП является оценка целесообразности и ожидаемой результативности разворачивания новых антидрон-систем с точки зрения обеспечения как индивидуальной, так и совместной работы. Также на базе ЕИП может быть реализована система сертификационных испытаний антидрон-средств.

Реализация функционала ЕИП в значительной мере зависит от встроенных возможностей существующих антидрон-систем в части обеспечения интеграции со сторонними техническими средствами, а также пропускной способности и качества каналов передачи между ЕИП и подключаемыми к ней антидрон-системами и комплексами.

С организационной точки зрения существенная проблема реализации ЕИП заключается в сложности обеспечения подключения технических средств силовых структур РФ и согласования правил и механизмов информационного обмена.

Наибольшего эффекта от создания и использования ЕИП можно достичь при реализации её в формате государственной автоматизированной информационной системы (ГАИС).

Заключение

Предлагаемая ЕИП даёт возможность повысить ситуационную осведомлённость заинтересованных структур, сократить время принятия решения при возникновении нештатных ситуаций и мак-

симально снизить время реакции на возникшую угрозу.

В отличие от существующих преимущественно купольных антидрон-систем, использование ЕИП позволит формировать эшелонированные системы с ковровым покрытием, что многократно повысит вероятность предотвращения угрозы несанкционированного использования БПЛА.

Также появляются многочисленные варианты резервирования систем и подсистем на случай выхода их из строя или необходимости проведения работ по техническому обслуживанию.

За счёт совместного использования сил и средств противодействия БПЛА обеспечивается ощутимое снижение совокупной стоимости владения локальными антидрон-системами, установленными на объектах размещения. Причём, в ряде случаев вероятна значительная синергия от подобного взаимодействия.

В перспективе предлагаемые решения могут быть распространены и на другие типы систем противодействия несанкционированному использованию робототехнических комплексов, в том числе, наземных, надводных и подводных [23-25], а также амфибий.

Дополнительная информация по теме работы доступна в профильных Telegram-каналах «Беспилотники (дроны, БПЛА, UAV)», «Кибербезопасность Z» и «НПЦ БАСиРТК», администрирование которых выполняют авторы статьи.

Список литературы

1. Байгутлина, И. А. Актуальные вопросы создания и применения беспилотных летательных аппаратов / И. А. Байгутлина, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин, Е. Ф. Лядова. – Москва: Издательство ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 612 с.

2. Байгутлина, И. А. Беспилотная авиация: история, применение, технологические перспективы / И. А. Байгутлина, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин, А. В. Литвинов, Е. Ф. Лядова, А. П. Соколова. – Москва : Издательство ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 544 с.

3. Замятин, П. А. Создание тренажёров операторов БПЛА / П. А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных ле-

тательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 187–194.

4. Замятин, П. А. Малые и лёгкие БВС в ходе проведения специальной военной операции на Украине / П. А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 102–147.

5. Шайтура, С. В. Краткий анализ использования малых БВС в ходе специальной военной операции / С.В. Шайтура, И.А. Байгутлина, П.А. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 2 (26). – С. 467–498.

6. Замятин, П. А. Разработка кратких инструкций по использованию БВС в боевой обстановке / П. А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 250–259.

7. Шайтура С. В., Замятин П. А. Исследование применения антидронов / С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина, П. А. Замятин // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 195–228.

8. Байгутлина, И. А. Система защиты аэропортов от беспилотных летательных аппаратов /И.А. Байгутлина, П.А. Замятин // Славянский форум. – 2019. – № 4 (26). – С. 289–298.

9. Замятин, П. А. Построение распределённой системы радиоэлектронной борьбы в условиях развёртывания новых низкоорбитальных спутниковых группировок / П. А. Замятин, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, Е. Ф. Лядова // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXVII Международной научно-технической конференции,

посвящённой 60-летию полётов в космос Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова. – Воронеж, 2021 – С. 124–133 (в 4 т., Т. 4).

10. Замятин, П. А. Защита информации в автоматизированных системах сельскохозяйственного назначения / П. А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 27–36.

11. Байгутлина, И. А. Геоинформационные технологии, киберспорт и кибербезопасность / И. А. Байгутлина, П. А. Замятин // Славянский форум. – 2021. – № 2(32). – С. 310–320.

12. Грищенко, Д. А. Применение технологий искусственного интеллекта для управления системой связи летательного аппарата / Д. А. Грищенко, П. А. Замятин, Э. П. Черноштан, Д. М. Шапиро // Славянский форум. – 2020. – № 4(30). – С. 181–192.

13. Замятин, П. А. Вопросы эксплуатации беспилотных авиационных систем / П. А. Замятин // Славянский форум. – 2021. – № 1(31). – С. 297–306.

14. Замятин, П. А. Вопросы создания и применения бортовых компьютеров наземных, воздушных и морских робототехнических комплексов с использованием российских процессоров и микроконтроллеров / П. А. Замятин // Славянский форум. – 2021. – № 4(34). – С. 191–214.

15. Замятин, П. А. Формирование экосистемы беспилотных авиационных систем / П. А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 156–167.

16. Замятин, В. Ю. Цифровизация материалов ледовых авиационных наблюдений / В. Ю. Замятин, И. А. Байгутлина, П. А. Замятин // Славянский форум. – 2021. – № 1(31). – С. 269–282.

17. Замятин, В. Ю. Развитие и совершенствование технологий ведения государственного фонда данных и формирования информационных ресурсов Росгидромета / В. Ю. Замятин, И. А. Байгутлина, П. А. Замятин // Методы и программные средства информационного

сервиса в информационных и пространственных полях; сборник научных трудов. – Бургас: Институт за гуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2020. – С. 155–174.

18. Байгутлина, И. А. Применение геоинформационных технологий для моделирования и оценки сложной радиоэлектронной обстановки / И. А. Байгутлина, А. Б. Давыдов, П. А. Замятин, Е. Ф. Лядова // Славянский форум. – 2022. – № 1(35). – С. 162–172.

19. Байгутлина, И. А. Радиотехническое обеспечение аэромобильности беспилотных авиационных систем / И. А. Байгутлина, Е. Ф. Гетманская, А. В. Грознов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXIX Международной научно-технической конференции : в 5 т. – 2023. – Т. 5. – С. 178–187.

20. Байгутлина, И. А. Особенности построения и использования специализированной информационно-справочной системы «UAV-INFO» по беспилотным летательным аппаратам /И.А. Байгутлина, Д.А. Грищенко, П.А. Замятин, Е.Ф. Лядова // Методы и программные средства информационного сервиса в информационных и пространственных полях: сб. науч. тр. – Бургас, 2020. – С. 139–154.

21. Давыдов, А. Б. Создание виртуальной адаптивной среды мобильного обучения / А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, Е. Ф. Лядова, П. А. Замятин // Цифровое образование: новая реальность : материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.). – Чебоксары: ИД «Среда», 2020. – С. 84–89.

22. Давыдов, А. Б. Использование технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности при создании адаптивной системы мобильного обучения / А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, Е. Ф. Лядова, П. А. Замятин, А. В. Минкин // Научная мысль. – 2021. – Т. 18. – № 4-1 (42). – С. 12–18.

23. Байгутлина, И. А. Выполнение НИР «Исследование вопросов создания специализированного комплекса для мониторинга состояния внутренней поверхности дымовых труб» / И.А. Байгутлина, П. А. Замятин // Славянский форум. – 2023. – № 3 (41). – С. 411–417.

24. Байгутлина, И. А. Проверочно - испытательный комплекс для тестирования бортовых коммуникационных и навигационных

устройств беспилотных автомобилей / И.А. Байгутлина, П. А. Замятин // Технологические исследования: информационное обеспечение, алгоритм проведения, интерпретация результатов: сб. статей по итогам Международной научно-практической конференции. – Стерлитамак: АМИ, 2020. – С. 8–14.

25. Замятин, П. А. Применение моделей YOLOv8 при обследовании подводных объектов с использованием беспилотных подводных аппаратов / П.А. Замятин // Славянский форум. – 2023. – № 4 (41). – С. 418–427.

УДК 623.67

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ И СРЕДСТВАМ БОРЬБЫ С БЕЗЭКИПАЖНЫМИ КАТЕРАМИ

*Замятин А.Ю., д-р техн. наук,
Толстиков А.В.*

*Научно-исследовательский центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов Ковровской государственной технологической академии имени В. А. Дегтярёва,
Ковровская академия БАС «Кречет»*

Аннотация. В статье рассмотрены примеры некоторых вариантов возможного противодействия атакам на корабли и инфраструктурные объекты с использованием ударных безэкипажных катеров. Описан, в том числе, иранский опыт. Приведены результаты «мозгового штурма», выполненного в тг-канале.

Ключевые слова: безэкипажный катер, заграждение, противодействие.

За последние месяцы значительно увеличилось число результативных атак на российские корабли и суда с использованием ударных безэкипажных катеров (БЭК) [1, 2].

В качестве особенностей применения БЭК против российского флота следует отметить, что атаки выполняются, как правило:

- в тёмное время суток;
- группами носителей (возможно, разного функционала);
- практически, на неподвижные корабли или сооружения;
- в прибрежной зоне на относительно небольшом удалении от берега, либо в зоне досягаемости радиосигнала с судов не российской юрисдикции;
- при относительно небольшом волнении моря;
- на относительно малой скорости носителей;
- одновременно с барражированием на расстоянии радиуса действия средствами авиационной разведки и целеуказания потенциального противника;
- на относительно слабозащищённые объекты.

К настоящему моменту в РФ не выработаны действенные средства противодействия подобным атакам. В настоящей статье представлен краткий обзор вариантов, которые могут быть реализованы в сжатые сроки.

Следует отметить, что в настоящее время в части средств борьбы с БЭК заметно выделяется Иран, опыт и решения которого было бы целесообразно использовать в интересах Российской Федерации. В качестве примера на рис. 1 показано вооружение, установленное на плавучей базе ВМС КСИР «Шахид Махдави» (полтора десятка дистанционно-управляемых трехствольных 20-мм орудий).



Рис. 1. Иранское решение по борьбе с БЭК

Иранской промышленностью разработано большое количество 107-мм ракетных пусковых установок, которые могут быть смонтированы на патрульных катерах или защищаемых кораблях (рис. 2).



Рис. 2. Одиннадцатиствольная 105-мм ракетная установка, смонтированная на катере (фото из каталога 2020 года)

В частной беседе представитель иранской промышленности в мае 2024 года внёс следующие предложения (9 пунктов).

1. Создание охранных зон акваторий от БЭК неприятеля путем организации **МОБИЛЬНЫХ** (не должны быть в статике!) эшелонов малых быстроходных катеров (50-60 морских миль в час) различного назначения типа. От боевых с системами боевого управления и различными интеллектуальными средствами оснащения оружием – от стрелкового до катеров с малыми ракетами, с барражирующими боеприпасами, имеющими возможность автоматической идентификации и уничтожения БЭКов (используют варианты «до 40 км» и «до 100 км» от места запуска), до полноценных катеров с РЭБ и ПВО, что не потребует больших затрат, времени и позволяет выдвигать такие эшелоны охраны акватории на сотни километров от охраняемых объектов. Цель – не допустить БЭКи на линию прямой видимости флота.

2. Создание таких эшелонов защиты позволяет эффективно бороться с пунктами управления в виде разведывательных БПЛА – их можно лишать каналов управления (есть комплексы дальнего обнаружения от 150 км и подавления Hunter 2 и Dragon).

3. Уничтожение выдвинувшихся глубоко в нейтральные воды вражеских БПЛА (зенитными ракетами SAQR за год уничтожено 4 MQ-9 Reaper, несколько израильских разведчиков, причем в 2024 уничтожение проводилось на высоте около 9000 метров, ранее считавшейся безопасной для американских БПЛА). Изучить возможность установки таких ракет на быстроходные платформы, на береговой линии.

4. Установка на береговой линии в зоне нахождения российских судов и портов мобильных комплексов РЭБ раннего обнаружения и подавления (от 150 км).

5. Организация непрерывного патрулирования акватории собственными многоцелевыми БПЛА (не менее трех, при их возвращении в воздух должны подниматься на замену очередные три).

6. Опробование иранских боевых лазеров (есть готовые 5 кВт, с работающей системой управления огнём). Можно заказать более мощные, с установкой на мобильной базе на береговой линии в местах нахождения боевых судов.

7. Необходимы консультации с иранцами на предмет борьбы с сигналами Starlink. Наличие таких систем иранцы не анонсируют, нужно обращаться и объединять усилия.

8. Из советов:

8.1. При ранней идентификации БЭЖов (благодаря мобильным дальним эшелонам), оперативно выдвигать быстроходные катера с дымовой завесой на расстояние не менее 10 км от места нахождения российского боевого судна, создавать плотное дымовое окружение;

8.2. Ранняя акустическая идентификация.

9. В Иране два ВМФ. Один подчинён Минобороны, второй КСИР. Методы работы у каждого разные. Вплоть до наличия катеров-смертников. Создание общего консультационного центра на уровне Минобороны (хотя бы по теме РЭБ) позволило бы полноценно использовать возможности иранского ВПК.

Ещё одним действенным вариантом поражения БЭК может стать использование установленной на турели многозарядной 32-мм ракетной капсулы Ub-32, разработанной в СССР в 1970-х годах (рис. 3).



Рис. 3. Кустарное решение на основе Ub-32

Есть свои наработки и у российских предприятий.

В 2024 году «Лаборатория ППШ» создала прицельный комплекс на основе тепловизионного прицела «Легат» для крупнокалиберных корабельных пулеметов (рис. 4).



Рис. 4. Решение «Лаборатории ППШ»

Белгородское конструкторское бюро предлагает оперативно-тактический комплекс «НАСТ», представляющий собой набор средств применения со скоростными надводными носителями- Судами на Динамической Воздушной Подушке (СДВП). Комплекс может быть реализован, в том числе, в беспилотном варианте. Момент испытаний изделия зафиксирован на рис. 5. В настоящее время КБ ищет варианты финансирования для доведения разработки до серийного производства.



Рис. 5. Фрагмент видео с испытаний СДВП

Задачи обнаружения БЭК могут быть успешно решены с использованием, в том числе, привязных мультикоптеров или аэростатов с установленными на них оптоэлектронными (видимого и ИК-спектра) и радиолокационными средствами наблюдения [3–6]. Радиолокационный анализ состояния поверхности воды позволит, в том числе, обнаруживать след от подводных дронов.

В марте 2024 года в телеграм-канале «Беспилотники (дроны, БПЛА, UAV)» был проведён он-лайн «мозговой штурм» на тему создания средств противодействия БЭК.

Ниже представлены некоторые из многочисленных предложений.

Судовые краны-манипуляторы по периметру корабля растягивают и держат защитную сеть/«мангал» или более крепкие металлические ограждения.

Автоматическое бонное заграждение, которым можно дистанционно управлять с пульта управления (либо функционирующее в автоматическом режиме), выстраиваемое в различные фигу-

ры в зависимости от ситуации. Снизу к бонам может быть прикрепена металлическая сеть.

Сброс большого количества пластиковых или деревянных элементов по курсу следования БЭК с целью последующего попадания этих элементов в водомётный двигатель БЭК (для его заклинивания). Может быть эффективно решение с двумя рядами бонов, между которыми на поверхности организован устойчивый к рассеиванию слой таких элементов. Элементы могут быть мелкими. Кроме того, можно использовать несколько рядов рыболовной путанки. Водометные головы двигателей БЭК двигаются, как рули. Путанка (сеть из лески) может легко зацепить их. При этом путанка плохо заметна на поверхности водоёма.

Ещё предложение: на идущей поперек входа в бухту боновой сети по верхнему шнуру пропустить оптоволокно, тогда подключенная система фиксации сразу же определит место пробития/прохождения бона, с возможным последующим физическим воздействием по конкретным координатам.

Как вариант, могут оказаться эффективными дымовые завесы с буюв.

Вероятно, одним из способов противодействия БЭКа могут быть ИК-прожекторы (пример – «красные глаза» / «Штора» танка Т-90). Подобное изделие должно обеспечить «засветку» оптики дронов.

Ещё один вариант – применение против БЭКов ставших уже классическими FPV-дронов. В светлое время с камерой видимого спектра. В тёмное время – с ИК-камерой. Лучше – в варианте группового применения с искусственным интеллектом для захвата и сопровождения цели. Идеально – рой.

Увеличить вероятность поражения БЭКов из пушечного вооружения можно путем использования разделяющихся боеприпасов, близких по конструкции к цепным ядрам и имеющих несколько сегментов, соединенных тросами. При приближении к цели снаряд «раскрывается» в подобие сети с поражающими элементами на концах. Пример использующего подобный принцип американского патрона для гладкоствольных ружей 12-го калибра SkyNet Mi-5 представлен на рис. 6 и 7.



Рис. 6 и 7. Иллюстрация построения патрона SkyNet Mi-5 американской Advanced Ballistics Concepts. Впервые боеприпас был продемонстрирован в начале 2017 года

Возможно использование средств, подобных большим и автоматическим дробовикам, либо дронов с такими сбросами, чтобы при выстреле поражающие элементы покрывали несколько десятков квадратных метров.

ООО «Научно-производственный центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов» (ООО «НПЦ БАСиРТК», Ковров, входит в Консорциум БАС Владимирской области) предлагает два варианта борьбы с БЭК:

- дрон-перехватчик с управлением и передачей данных по волоконно-оптической линии связи (ВОЛС; используемая длина кабеля до 10 км, позднее – до 40 км);

- БЭК-перехватчик в комплексе с дроном-кабелеподъемщиком с управлением и передачей данных по ВОЛС.

При реализации варианта с дроном-кабелеподъемщиком возможно использовать два типа организации линии:

- используя два «плеча» ВОЛС, когда одна катушка располагается на БЭК-передатчике и разматывается при его движении, вторая находится на дроне-кабелеподъемщике;

- используя дрон-кабелеподъемщик лишь как средство подъема кабеля между станцией управления и БЭК (может быть применена, например, дугообразная второпластовая втулка, через которую протягивается ВОЛС); в это случае дрон поднимается на рабочую высоту до старта БЭК и находится в относительно неподвижном положении во время атаки БЭК-перехватчика.

В основе предлагаемых решений лежит российский комплекс «Тетива» с оптоволоконным кабелем.

Для дрона-перехватчика в качестве базовой платформы может быть использован БПЛА самолётного или мультикоптерного типа. Один из типов тестовых платформ для отработки работы с «Тетивой» – созданный в ООО «НПЦ БАСиРТК» БПЛА «Ковровец-01» самолётного типа с размахом крыльев 2 м.

Ещё одним перспективным вариантом может стать использование привязного мультикоптера-авиаматки, который несёт на себе дроны-перехватчики с ВОЛС [7, 8]. В этом случае появляется возможность оператору дрона-перехватчика видеть в режиме FPV подлежащий уничтожению БЭЖ ещё до момента начала полёта дрона-перехватчика (в то время, когда он закреплён на авиаматке) [9–11]. Таким образом ощутимо сокращается время захвата цели и, как следствие, время поражения. Мультикоптер-авиаматка может быть поднят в воздух со стационарного объекта, либо с какой-либо подвижной платформы (наземной или морской).

Список литературы

1. Франк, М. О. Обзор российского и зарубежного опыта создания безэкипажных катеров / М.О. Франк, К.Д. Овчинников, В.А. Рыжов // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. – 2022. – № 3-1 (57). – С. 22–28.

2. Померанцев, Е. Э. Взгляды командования стран НАТО на применение морских робототехнических комплексов с целью проведения диверсионно-разведывательных действий / Е.Э. Померанцев, О.Е. Донец // Морская стратегия и политика России в контексте обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития в XXI веке: сб. науч. тр. – Севастополь, 2023. – С. 189–194.

3. Байгутлина, И. А. Актуальные вопросы создания и применения беспилотных летательных аппаратов / И. А. Байгутлина, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин, Е. Ф. Лядова. – Москва: Изд-во ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 612 с.

4. Байгутлина, И. А. Беспилотная авиация: история, применение, технологические перспективы / И. А. Байгутлина, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин, А. В. Литвинов,

Е. Ф. Лядова, А. П. Соколова. – Москва: Изд-во ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 544 с.

5. Замятин, П. А. Вопросы эксплуатации беспилотных авиационных систем / П.А. Замятин // Славянский форум. – 2021. – № 1(31). – С. 297–304.

6. Замятин, П. А. Малые и лёгкие БПЛА в ходе проведения специальной военной операции на Украине / П.А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 102–147.

7. Замятин, П. А. Формирование экосистемы беспилотных авиационных систем / П.А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 156–167.

8. Шайтура, С. В. Исследование применения антидронов / С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина, П. А. Замятин // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 195–228.

9. Замятин, П. А. Разработка полётных контроллеров для БВС / П.А. Замятин, В.В. Цызман // Славянский форум. – 2022. – № 4 (38). – С. 190-205.

10. Замятин, П. А. Вопросы создания и применения бортовых компьютеров наземных, воздушных и морских робототехнических комплексов с использованием российских процессоров и микроконтроллеров / П.А. Замятин // Славянский форум. – 2021. – № 4 (34). – С. 191–214.

11. Замятин, П. А. Формирование полётных заданий для беспилотных воздушных судов // П.А. Замятин, Целищев // Славянский форум. – 2023. – № 1 (39). – С. 240-250.

УДК 623.76

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Байгутлина И.А.

ООО «Научно-производственный центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов»

*Солохин С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент,
Кузнецов Н.А., канд. техн. наук, доцент,
Ростовцев Р.М.*

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация. С ростом количества и качества угроз от несанкционированного использования беспилотных летательных аппаратов возникает потребность в разработке методик противодействия, адаптированных под конкретные условия применения.

Ключевые слова: робототехнический комплекс, беспилотный летательный аппарат, несанкционированное использование, противодействие

ООО «Научно-производственный центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов» выполняет разработку адаптированных под заказчика методик противодействия несанкционированному использованию различных робототехнических комплексов (РТК), включая беспилотные летательные аппараты (БПЛА) [1-3].

Материал полностью адаптируется под потребности Заказчика. Возможна работа с использованием ТЗ, либо в режиме Agile.

Приоритетная тематика: создание и использование распределённых антидрон-систем для защиты критической инфраструктуры.

Работы выполняются совместно со специалистами секции «Кибербезопасность» отделения «Исследование проблем управления национальной обороной» Академии военных наук РФ.

Понятие «Методика» происходит от слова «methodos» (μέθοδος), что переводится как «путь к цели» или «последовательность шагов».

Возможна разработка методик:

- комплексных, охватывающих всю экосистему и весь жизненный цикл [4-6];
- объединённых методик, охватывающих несколько этапов жизненного цикла;
- частных, охватывающих отдельные этапы жизненного цикла.

Варианты основных методики:

- обследования защищаемого объекта;
- формирования требований к системе;
- формирования ТЗ и дополнений к нему;
- проектирования системы;
- развёртывания системы;
- испытания системы;
- обучения расчётов дежурной смены (включая внезапные проверки);
- эксплуатации системы;
- масштабирования подсистем;
- расширения системы по применяемым технологиям в рамках существующей географии;
- расширения системы по географии (эшелонирование).

При разработке методик учитывается, что многообразие носителей (средств нападения) непрерывно растёт [7-10]. Например, 4 апреля 2024 года в украинской прессе появилась информация о дроне «E-300 Enterprise», способном нести боевую часть массой до 300 кг на расстояние до 3100 км.

Немного позднее издание Bild объявило о том, что в течение 2024 года на Украине ожидается появление большого количества моделей БПЛА с дальностью действия до 2500 км.

Следует принимать во внимание периодичность появления новых технологических решений, используемых в беспилотии [11-14]. В

связи с этим желательно не реже раза в квартал проводить аудит существующих методик и, при необходимости, выполнять их актуализацию.

При постановке задач и выполнении работ необходимо учитывать треугольник Хопкинса (рис. 1) и SMART-подход (рис. 2).



Рис. 1. Иллюстрация треугольника Хопкинса



Рис. 2. Иллюстрация SMART-подхода

Одной из основных составных частей распределённых антидрон-систем, которую в обязательном порядке необходимо учитывать при разработке методик, является система управления, к функциям которой, как правило относятся [15, 16]:

- администрирование пользователей;

- обеспечение возможности управления существующими антидрон-средствами;
- обеспечение возможности мониторинга существующих антидрон-средствами;
- выдача информации о событиях, происходящих в контролируемом воздушном пространстве;
- визуализация информации в удобном варианте для оператора системы;
- формирование отчётов;
- предоставление интерфейсов (API) для сторонних систем;
- протоколирование работы.

Следует отметить, что производимые компаниями Ирана системы управления имеют интерфейс с системами управления оружием по стандарту MIL C4I.

Сегодня остро стоит вопрос создания механизмов и средств распределённого взаимодействия существующих и перспективных гетерогенных антидрон-средств обнаружения, радиочастотного подавления и поражения БПЛА.

Решением может стать создание единой интеграционной платформы, способной обеспечить информационное взаимодействие между существующими антидрон-системами и комплексами в части управления, мониторинга и оценки фоно-целевой обстановки [17].

Периодически размещая в течение многих месяцев информацию о выполняемой работе в телеграм-канале «Беспилотники (дроны, БПЛА, UAV)» (рис. 3), НПЦ БАС и РТК накопил значительную статистику обращений и потребностей потенциальных заказчиков/пользователей.

Следует отметить, что заказчики, как правило «готовятся к прошедшей войне», и запрашивают решения против угроз предшествующего периода, не учитывая динамики развития рисков. Существенное внимание на мировосприятия заказчика оказывают и производители антидрон-средств, как правило, радиочастотных обнаружителей и подавителей. Подобные технологии активно применяются в зоне СВО (так называемый «окопный РЭБ»), однако для защиты инфраструктурных объектов подобных технологий недостаточно.



Рис. 3. Экранная копия объявления о разработке материалов по антидронам

Заказчики, как следует из их обращений, вообще не учитывают угрозы от следующих технических средств:

- газонаполненные аппараты (воздушные шары, дирижабли и т. п.);
- наземные дроны;
- дроны, использующие несколько сред (наземно-воздушные, наземно-морские, воздушно-морские, наземно-воздушно-морские);
- дроны-носители ударных дронов («Авиаматки» и пр.).

Также обычно не учитывается возможность применения ударными дронами следующих технологий [18, 19]:

- связь через мобильную сеть;

- связь по оптоволокну (10/40/100 км);
- навигация по подстилающей поверхности;
- навигация по стационарным источникам радиоизлучения.

Крайне редко учитывается возможность использования следующих технологий и средств противодействия:

- средства пуска дымов;
- средства «засветки» оптики дронов;
- средства анализа активности мобильных абонентов и блокировка каналов дрон/ретранслятор/оператор;
- создание эшелонированных линий раннего обнаружения и оповещения о БПЛА;
- средства лазерного поражения;
- средства поражения электромагнитным импульсом;
- различные средства, действующие по кинетическому принципу.

Робототехнические комплексы получают всё большее распространение в современном мире. Уже сегодня есть возможность существенно расширить географию охвата антидрон-решений и их технологическую «глубину» за счёт адаптации их и под противодействие наземным и морским дронам [20].

В обозримом будущем потребуется также защита от «амфибий»:

- наземно-воздушных;
- воздушно-морских;
- наземно-морских;
- полных амфибий (наземно-воздушно-морские).

Начальная ориентация на многосредовые платформы даёт возможность на стадии проектирования закладывать перспективные интеграционные решения.

В заключение следует отметить, что успешность борьбы с БПЛА (а в дальнейшем, и с другими типами) РТК может быть достигнута следующими путями:

- повышение ситуационной осведомлённости;
- комплексное применение различных технологий обнаружения и идентификации (в том числе, с использованием технологий искусственного интеллекта);
- комплексное применение различных средств радиочастотного подавления и физического поражения;
- формирование эшелонированной распределённой системы

противодействия РТК;

– создание единой интеграционной платформы.

Дополнительная информация по теме работы доступна в профильных телеграм-каналах «Беспилотники (дроны, БПЛА, UAV)», «Кибербезопасность Z» и «НПЦ БАСиРТК», администрирование которых выполняет автор статьи.

Работа выполнена в рамках субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) №075-00101-24-02 от 14.05.2024 г.

Список литературы

1. Шайтура, С. В. Исследование применения антидронов / С.В. Шайтура, Н.С. Шайтура, И.А. Байгутлина, П.А. Замятин // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за гуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 195–228.

2. Замятин, П. А. Построение распределённой системы радиоэлектронной борьбы в условиях развёртывания новых низкоорбитальных спутниковых группировок / П. А. Замятин, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, Е. Ф. Лядова // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXVII Международной научно-технической конференции, посвящённой 60-летию полётов в космос Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова. – Воронеж, 2021. – С. 124–133 (в 4 т., Т. 4).

3. Замятин, А. Ю. Организация разработки, производства и сервисного сопровождения средств обнаружения и подавления робототехнических комплексов/ А.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 3(37). – С. 423–433.

4. Замятин, А. Ю. Обеспечение кибербезопасности на всех этапах жизненного цикла беспилотных авиационных систем/ А.Ю. Замятин, С.В. Швец // Славянский форум. - 2023. - № 3 (41). - С. 382-400.

5. Замятин П. А. Формирование экосистемы беспилотных авиационных систем / П.А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за гуманитар-

ни науки, экономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 156–167.

6. Бояров, М. Е. Исследование вариантов применения специализированных технических средств для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем / М. Е. Бояров, А. Ю. Замятин, В. Ю. Замятин, С. В. Швец // Славянский форум. – 2023. – № 4 (42). – С. 346–366.

7. Замятин, П. А. Малые и лёгкие БПЛА в ходе проведения специальной военной операции на Украине / П.А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за гуманитарни науки, экономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 102–147.

8. Замятин, П. А. Практика применения БПЛА комбинированного типа (конвертопланов) / П.А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за гуманитарни науки, экономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 58–75.

9. Замятин, П. А. Разработка кратких инструкций по использованию БПЛА в боевой обстановке / П.А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов.– Бургас: Институт за гуманитарни науки, экономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 250–259.

10. Замятин, А. Ю. Реализация единой глобально распределённой платформы для управления ударными беспилотными летательными аппаратами / А.Ю. Замятин, В.Ю. Замятин // Эволюционные процессы информационных технологий: сборник научных статей 9-й международной научно-технической конференции. – Москва: Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2024. – С. 204–218.

11. Замятин, П. А. Формирование полётных заданий для беспилотных воздушных судов / П.А. Замятин, С.Л. Целищев // Славянский форум. – 2023. – № 1(39). – С. 240–250.

12. Замятин, А. Ю. Вопросы использования пульсирующих воздушно-реактивных двигателей при разработке и производстве беспилотных воздушных судов / А.Ю. Замятин, В.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 4 (38). – С. 206–219.

13. Замятин, П. А. Мировые практики разработки инженерных систем с открытой архитектурой для создания перспективных робототехнических комплексов и их составных частей / П.А. Замятин, А.В. Толстиков // Эволюционные процессы информационных технологий. Сборник статей 9-й международной научно-технической конференции. – Москва: Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2024. – С. 167-181.

14. Галайко, И.В. *Вопросы разработки полезной нагрузки космических аппаратов, абонентских терминалов и системы управления сетью для спутниковых систем связи* / И. В. Галайко, С. А. Грищенко, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, Ю. В. Дыбля, А. В. Зайковский, П. А. Замятин, О. С. Крылова, Т. А. Кузина, А. В. Литвинов, Е. Ф. Лядова, А. Ю. Непочатов, И. В. Рыбка, В. В. Самойлов, А. Г. Трубочёв, К. В. Яковлев. – Москва: АО «НПК «ВТиСС», Издательство ООО «Сам Полиграфист», 2020. – 208 с.

15. Замятин, П. А. Вопросы создания и применения бортовых компьютеров наземных, воздушных и морских робототехнических комплексов с использованием российских процессоров и микроконтроллеров / А.Ю. Замятин, В.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2021. – № 4 (34). – С. 191–214.

16. Замятин, А. Ю. Кибербезопасность робототехнических комплексов / А.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 2 (36). – С. 307–317.

17. Замятин, А. Ю. Внедрение единой интеграционной платформы для объединения разнородных антидрон-систем и комплексов / А.Ю. Замятин, В.Ю. Замятин // Эволюционные процессы информационных технологий: сб. науч. статей 9-й международной научно-технической конференции. – Москва: Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2024. – С. 179–203.

18. Замятин, А. Ю. Организация связи внутри роя и между роями робототехнических комплексов / А.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 3(37). – С. 174–184.

19. Мырова, Л. О. Низкоорбитальные спутниковые системы связи StarLink и OneWeb / Л. О. Мырова, О. В. Ментус, А. Б. Давыдов, П. А. Замятин, Е. Ф. Лядова, А. С. Филатова // Труды Научно-исследовательского института радио. – 2021. – № 2. – С. 36–45.

20. Замятин, П. А. Применение моделей YOLOv8 при обследовании подводных объектов с использованием беспилотных подводных аппаратов / П. А. Замятин // Славянский форум. – 2023. – № 3 (41). – С. 418–427.

УДК 69.059

ПРОЕКТ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «КОВРОВЕЦ-01»: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Замятин П.А.

ООО «Научно-производственный центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов»

*Солохин С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент,
Кузнецова С.В., канд. техн. наук, доцент,
Хрусталева П.Е., канд. техн. наук, доцент,
Ростовцев Р.М.*

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация. Описана реализация проекта по созданию БАС «Ковровец-01», являющейся результатом упрощённого обратного проектирования широко используемого украинской стороной в ходе СВО картонного аппарата Corvo PPDS австралийской компании SYRQ. Представлены варианты исполнения БАС «Ковровец-01» и комплект поставки. Приведены направления использования.

Ключевые слова: беспилотная авиационная система, беспилотное воздушное судно, беспилотный летательный аппарат.

В феврале 2024 года специалисты ООО «Научно-производственный центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов» (ООО «НПЦ БАСиРТК») приступили к обратному проектированию беспилотной авиационной системы (БАС) Corvo PPDS, разработанной и производимой австралийской компанией SYPAQ (рис. 1). Начальное предназначение этой БАС – транспортировка грузов. В 2023 году Corvo PPDS начали поставляться на Украину и использоваться в качестве ударных дронов против российских войск и инфраструктурных объектов.

Результаты выполненного в НПЦ БАСиРТК обратного проектирования показаны на рис. 2–5. Упрощение изделия для первой реализации включало следующие основные аспекты:

- геометрическая форма оптимизирована под ручную раскройку листов (при этом несколько ухудшилась аэродинамика изделия);
- вместо пенокартона использован трёхслойный гофрокартон толщиной 3 мм;
- вместо аппаратного отсека использованы усиливающие элементы конструкции для крепления сервоприводов в фюзеляже.



Рис. 1. БПЛА Corvo PPDS австралийской компании SYPAQ

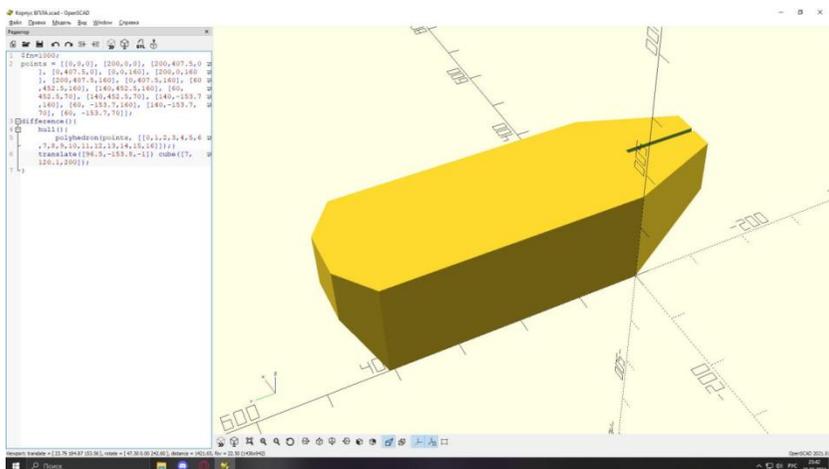


Рис. 2. Визуализация 3D-модели фюзеляжа

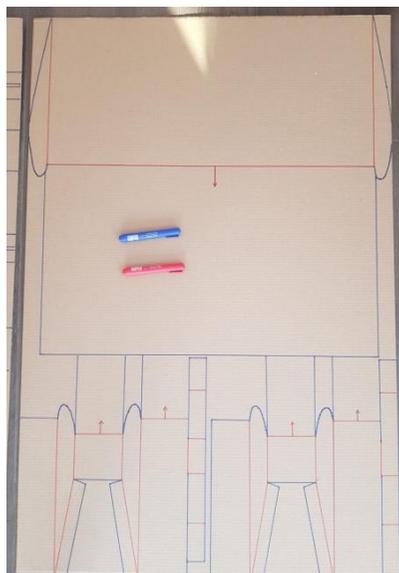
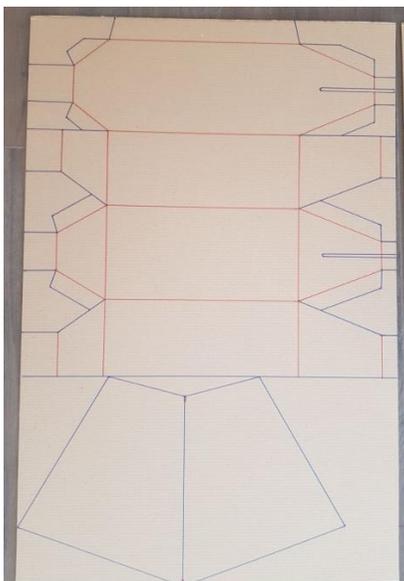


Рис. 3 и 4. Развёртки фюзеляжа, киля и крыльев

Предусмотрено два варианта исполнения БАС «Ковровец-01»:

– упрощённый для ручного изготовления развёрток по чертежам или шаблонам; при этом фюзеляж построен, в основном, на базе прямых линий;

– с улучшенной аэродинамикой для автоматизированного изготовления развёрток с использованием специализированных станков для резки.

Для раскроя используются стандартные листовые заготовки размером 800x1200 мм.

Типоряд «Ковровец-01» включает три типа БВС:

– «L» с размахом крыльев 2000 мм;

– «M» с размахом крыльев 1600 мм;

– «S» с размахом крыльев 1200 мм.

Штатно запуск БВС «Ковровец-01» предполагается выполнять с рук. При необходимости, в состав поставки может быть включена разборная катапульта.



Рис. 5. Фюзеляж с двигателем D3542-1250KV и пропеллером 12х6. Сервоприводы MG 996R. Исполнение "L". Размах крыльев 2000 мм

Базовый комплект поставки платформы «Ковровец-01» включает в свой состав:

- развёртку фюзеляжа;
- развёртки центроплана, правого и левого окончания крыльев;
- нервюры крыльев;
- развёртки лонжеронов крыльев;
- развёртки правого и левого элеронов;
- развёртку киля;
- развёртку отсека авионики;
- развёртку рамы силовой;
- электродвигатель бесколлекторный;
- регулятор оборотов;
- два сервопривода;
- два кабанчика регулируемых;
- приёмник радиоуправления;
- антенну (возможен также вариант использования в качестве антенны отрезков кабелей, применяемых в ряде приёмников радиоуправления);
- аккумуляторную батарею;
- регулятор напряжения;
- комплект кабелей;
- воздушный винт (пропеллер);
- комплект для крепления воздушного винта;
- комплект монтажных частей (скобы, стяжки, клипсы и т.п.);
- штифты для крепления крыла;
- резиновые ленты для крепления крыла;
- рулоны скотчей малярного и армированного;
- баллон с защитным покрытием (спрей);
- набор инструментов (нож монтажный, отвёртка, шило, линейка);
- зарядное устройство для аккумуляторов.

Расширенный вариант комплектации для автономного полёта вне прямой видимости включает:

- полётный контроллер;
- навигационный приёмник;
- приёмник воздушного давления.

Дополнительная комплектация FPV-варианта включает:

- видеокамеру;
- видеопередатчик;
- антенну видеопередатчика;
- подвес видеокамеры (стационарный, либо с функцией поворота по одной или двум осям).

Разработчики БАС «Ковровец-01» предполагают, что первоочередными направлениями применения могут стать:

- использование в качестве мишеней для начальной тренировки расчётов по борьбе с дронами;
- использование для начального обучения пилотов дронов (в том числе, в рамках школьных и ВУЗ-овских программ);
- использование для отработки изготовления и программирования полётных контроллеров дронов (в том числе, в рамках школьных и ВУЗ-овских программ);
- использование в качестве ложных целей для прорыва противовоздушной обороны (ПВО) противника.

Для варианта ударного дрона рассматривается вариант использования российского изделия «Тетива» на базе оптоволоконного кабеля для обеспечения передачи данных управления/мониторинга, а также полезной нагрузки. В настоящее время доступен вариант с дальностью (длиной кабеля на катушке) до 10 км, ведётся отработка решения с увеличением дальности до 40 км. Применение оптоволоконного кабеля обеспечит возможность работы изделия в условиях работы радиочастотных подавителей антидрон-систем.

Кроме того, предполагается, что БАС «Ковровец-01», а также процессы, связанные с её разработкой, производством и применением будут активно использоваться специалистами НПЦ БАСиРТК для формирования тестовых наборов данных и сценариев при создании сервиса оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов (РТК) [3-6].

Дополнительная информация по теме работы доступна в профильном телеграм-канале «НПЦ БАСиРТК», администрирование которого выполняет автор статьи.

Работа выполнена в рамках субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) №075-00101-24-02 от 14.05.2024 г.

Список литературы

1. Дыбля, А. Ю. Создание ретранслятора на БПЛА / А. Ю. Дыбля, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, Д. А. Деревянкин, А. Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXVIII Международной научно-технической конференции, посвящённой памяти Б. Я. Осипова. В 6. т. / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2022. – Т. 2. – С. 256–264.

2. Байгутлина, И. А. Создание ретрансляторов радиоканалов на базе беспилотных летательных аппаратов семейства «Ковровец-01» / И.А. Байгутлина, А.Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь : сборник трудов XXX Международной научно-технической конференции (г. Воронеж, 16–18 апреля 2024 г.). В 5 т. Т. 1 / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2024. – С. 370–379.

3. Замятин, А. Ю. Кибербезопасность робототехнических комплексов / А.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 2 (36). – С. 307–317.

4. Замятин, А. Ю. Обеспечение кибербезопасности на всех этапах жизненного цикла беспилотных авиационных систем / А.Ю. Замятин, С.В. Швец // Славянский форум. – 2023. – № 3 (34). – С. 382–400.

5. Бояров, М. Е. Исследование вариантов применения специализированных технических средств для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем / М. Е. Бояров, А. Ю. Замятин, В. Ю. Замятин, С. В. Швец // Славянский форум. – 2023. – № 4 (42). – С. 346–366.

6. Байгутлина, И. А. Существующие практики, модели и методы оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов, включая беспилотные авиационные системы / И.А. Байгутлина, А.Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXX Международной научно-технической конференции (г. Воронеж, 16–18 апреля 2024 г.). В 5 т., Т. 1 / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2024. – С. 405–415.

УДК 343.9

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СЕРВИСА
ОЦЕНКИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, ВКЛЮЧАЯ
БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

Байгутлина И.А.,

Замятин П.А.

ООО «Научно-производственный центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов»

*Смышников Р.В., канд. техн. наук,
Пшеничный С.А., Пронин С.Р., Шепелев А.Е.*

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

Аннотация. Рассматриваются вопросы продвижение на международный рынок сервиса оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов. Показаны основные технологические тренды отрасли. Описана история реализации проекта. Определён круг потенциальных пользователей сервиса. Определены этапы развития продаж и маркетинга.

Ключевые слова: кибербезопасность, жизненный цикл, робототехнический комплекс, беспилотная авиационная система, вывод продукта на рынок

Всё возрастающее распространение робототехнических комплексов (в первую очередь, воздушных, наземных и морских) создаёт новые угрозы безопасности инфраструктурным объектам и населению.

Большинство из этих угроз возникают вследствие недостаточной проработки вопросов кибербезопасности на различных этапах жизненного цикла робототехнических комплексов (РТК): постановка задачи, написание ТЗ, эскизное проектирование, рабочее проектирование, разработка рабочей конструкторской документации (РКД), создание опытных образцов (ОО), испытания ОО, доработка РКД,

постановка на производство, производство, обучение персонала, эксплуатация, ремонт, модернизация, утилизация и т. п. [1–3].

Описываемый проект направлен на обеспечение возможности анализа кибербезопасности РТК для всех этапов жизненного цикла различным группам потребителей, являющихся участниками экосистемы РТК в России и за рубежом.

Помимо решения этой общей задачи, проект позволяет, в том числе, обеспечить условия для безопасной реализации мероприятий Национального проекта БАС и утверждённых Правительством РФ проектов-маяков:

- Беспилотные логистические коридоры (создание и вывод на рынок беспилотных грузовых автомобилей, а также сервисов беспилотных грузовых перевозок) – в рамках дорожной карты Автонет;

- Автономное судовождение (создание и вывод на рынок сервисов беспилотного судовождения, с целью снижения эксплуатационных расходов и увеличения средней коммерческой скорости морских грузоперевозок) – в рамках дорожной карты Маринет;

- Беспилотная аэродоставка грузов (создание и вывод на рынок сервисов беспилотных грузовых авиаперевозок, с целью снижения эксплуатационных расходов и увеличения средней коммерческой скорости грузоперевозок) – в рамках дорожной карты Аэронет.

Основными технологическими трендами в рассматриваемой области являются [4, 5]:

- значительный рост интереса к логистическим РТК;
- разработка алгоритмов и сенсоров (камеры, LIDAR и др.), способных к точной и надежной интерпретации мира и предсказанию поведения объектов;
- разработка архитектур, обеспечивающих надежное и энергоэффективное распознавание и предсказательное поведение больших наборов объектов, в т. ч., в недетерминированных условиях;
- новые сенсоры с высокой степенью редукции аналоговой информации;
- разработка передовых алгоритмов управления для взаимодействия с окружающим миром;
- интеграция достижений материаловедения [6–9];

- разработка РТК, способных двигаться быстро, безопасно и эффективно в любых условиях [10];

- способность РТК адаптироваться к изменяющимся условиям и к динамическому окружению;

- разработка передовых алгоритмов машинного обучения и оборудования, которые могут позволить РТК учиться на своем опыте и принимать решения на основе этого обучения.

- разработка передовых алгоритмов управления и оборудования, которые позволят роботам понимать человеческие вербальные и невербальные коммуникации и реагировать соответствующим образом, а также предвидеть поведение неподготовленных пользователей;

- применение достижений в когнитивной науке для создания систем с гораздо более глубоким пониманием человека.

- расширение возможностей автономной работы РТК (новые технологии навигации, связи и управления) [11–13];

- повышение производительности бортовых вычислительных систем;

- использование гибридных систем связи для организации взаимодействия;

- расширение возможностей машинного зрения;

- роевое применение РТК [14];

- использование технологий искусственного интеллекта;

- совместная работа гетерогенных РТК;

- развитие РТК для работы в нескольких средах;

- широкое использование технологий lowCode и noCode;

- расширенное применение технологий дополненной и виртуальной реальности (AR/VR).

История развития и динамика описываемого проекта имеет следующие основные вехи:

- работы членов команды по заявленному направлению были начаты в 2019 году при создании в интересах АО «КАМАЗ» проверочно-испытательного комплекса для тестирования бортовых коммуникационных и навигационных устройств беспилотных автомобилей;

- в том же году было начато исполнение НИР «Система ближней навигации и посадки БПЛА аэродромного базирования» в интересах Минобороны РФ;

– в 2022 году на границе Брянской области были проведены работы по оценке помехозащищённости новых типов БПЛА, по результатам были разработаны новые средства для оснащения БПЛА;

– в 2023 году на 112-ом авиационном полигоне Минобороны РФ были проведены работы по оценке новых средств противодействия РТК;

– в 2022-2024 годах выполнены многочисленные работы по противодействию использованию РТК, разработаны соответствующие методические рекомендации;

– в 2023 году был создан программный продукт для оценки кибербезопасности БАС (не включал оценку кибербезопасности жизненного цикла);

– в феврале 2024 года тематика была заявлена на 1-м Слете организаторов проектно-образовательного интенсива «Архипелаг 2024» в качестве кандидата для практической отработки;

– в марте 2024 года для практической отработки решений была создана линейка бюджетных БПЛА «Ковровец-01» (размах крыльев 1200, 1600 и 2000 мм);

– в апреле 2024 года разрабатываемые технологии включены в состав проектных материалов Концепции «Цифровое бесшовное небо», создаваемой под управлением АНО «Платформа НТИ» по поручению первого заместителя председателя Правительства РФ А. Р. Белоусова;

– создан и постоянно наполняется тг-канал «Беспилотники (дроны, БПЛА, UAV)», который позволяет размещать рекламу разработок, производить мозговые штурмы и отслеживать реакцию сообщества на различные технологические решения. Количество подписчиков на май 2024 года – около 7000. Создан и наполняется в фоновом режиме тг-канал «Кибербезопасность Z».

Этапность создания продукта и сервиса представлена на рис. 1.

Для реализации лицензионной политики при выстраивании продаж в настоящее время в функционале модуля лицензирования продукта предусматриваются:

– лицензия на неограниченное использование на одном устройстве;

- групповая неограниченная лицензия на несколько устройств;
- лицензия с ограничением по количеству сеансов;
- лицензия с ограничением по совокупному времени сеансов.

В текущий момент в качестве рынков реализации продукта рассматриваются РФ и страны СНГ.

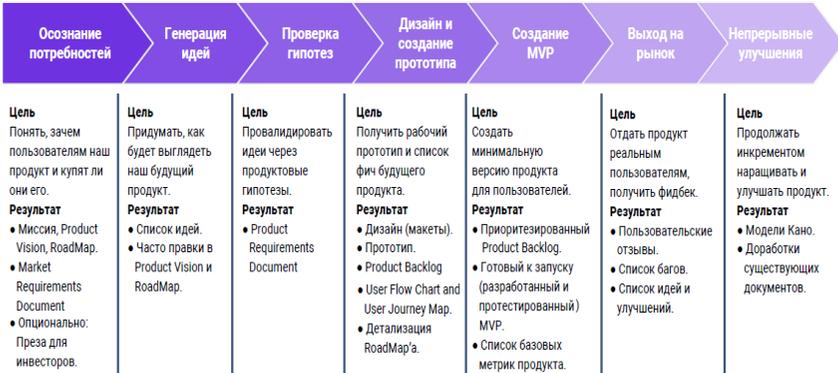


Рис. 1. Ключевые этапы разработки продукта и сервиса

В ближайшей перспективе предполагается расширение географии: Венесуэла, Иран, Куба, Сирия, страны Африканского континента.

В отдалённой перспективе в качестве целевых потребителей рассматриваются все страны, который войдут в состав макрорегиона, возглавляемого Россией.

Предполагаемые этапы развития продаж и маркетинга:

- проблема и спрос подтверждены;
- канал сбыта подтверждён;
- пилотные продажи завершены;
- выход на локальный рынок;
- масштабирование на локальном рынке;
- выход на глобальный рынок;
- масштабирование на глобальном рынке;
- международный лидер.

Иллюстрация вывода продукта на рынок представлена на рис. 2.



Рис. 2. Иллюстрация вывода продукта на рынок

Предполагаемые рынки: AeroNet, AutoNet, MariNet, SafeNet, EduNet, GameNet.

Предполагаемые к использованию бизнес-модели: B2B, B2B2C, B2C, B2G.

В качестве основных потребителей разрабатываемого продукта и сервисов выступают разработчики, производители и эксплуатанты РТК и СЧ РТК. Сюда же можно отнести финансовые структуры, занимающиеся кредитованием, страхованием, лизингом и пр. применительно к РТК и СЧ РТК, и силовые/охранные структуры.

Примеры возможных сценариев использования:

1) разработчик РТК оценивает кибербезопасность ЖЦ изделий, которые рассматриваются кандидатами на использование в качестве составной части РТК; по результатам принимает решение об использовании или отказе от использования;

2) производитель РТК оценивает кибербезопасность разработки БАС, предлагаемой к производству; по результатам делает вывод о постановке на производство, либо отказе от этого, а также, в случае постановки на производство, определяет необходимые к реализации мероприятия в рамках подготовки производства;

3) производитель РТК оценивает кибербезопасность ЖЦ оборудования и программно-аппаратных комплексов, которые рассматриваются в качестве кандидата на использование при производстве БАС; по результатам принимает решение об использовании или отказе от использования в производственном процессе;

4) эксплуатант РТК оценивает кибербезопасность ЖЦ РТК; по результатам принимает соответствующие управленческие решения (например, осуществляет закупку РТК и последующую эксплуатацию, либо отказывается от этого; выполняет наращивание необходимых компетенций обслуживающего персонала, определяет граничные условия использования конкретных РТК и т. п.);

5) кредитная организация оценивает кибербезопасность ЖЦ РТК, связанного с предполагаемым заёмщиком, работающим в области РТК; по результатам определяет условия выдачи кредита (сумма, сроки, проценты, залог и т. п.), либо отказывает в выдаче;

6) страховая компания оценивает кибербезопасность ЖЦ РТК, связанного с запрашивающим страхование; по результатам определяет условия страхования (страховая премия, страховые случаи и т. п.), либо отказывает в страховании;

7) служба безопасности участника экосистемы РТК оценивает кибербезопасность ЖЦ РТК, предполагаемых для использования при решении бизнес-задач; на основании результатов формирует мероприятия по управлению рисками и изменениями;

8) силовые структуры государства оценивают кибербезопасность ЖЦ РТК, предполагаемому для использования при обслуживании массового мероприятия; по результатам определяют возможность, целесообразность и условия применения РТК;

9) участники экосистемы РТК выполняют самооценку в части кибербезопасности ЖЦ РТК; по результатам определяют свои рыночные позиции в этой части и намечают, при необходимости, корректирующие мероприятия.

Основными трудностями выхода на международный рынок являются:

- дополнительные затраты на маркетинговые исследования;
- усложнение управления компанией-разработчиком;
- необходимость подготовки высококвалифицированных и узкоспециализированных кадров;
- необходимость модификации и адаптации продукта (локализация алгоритмов, интерфейсов пользователя и документации под конкретный регион, либо страну);
- высокие риски зарубежной деятельности;
- широкий набор защитных мер.

Одним из приоритетных вопросов по продвижению сервиса на международный рынок является формирование сети партнёров и, как вариант, открытие филиальной сети. При этом требуется обязательный учёт национальной специфики трудового законодательства и неформальных правил трудовых отношений.

Предполагается, что выход на международный рынок обеспечит, в том числе, следующие преимущества:

- увеличение количества новых клиентов и покупателей;
- рост продаж и получение более высокой прибыли;
- повышение конкурентоспособности бизнеса;
- увеличение капитала НПЦ БАСиРТК;
- благодаря динамичному развитию на иностранном рынке можно заинтересовать состоятельных инвесторов других стран, что позволит в несколько раз ускорить прогресс НПЦ БАСиРТК.

Работа выполнена в рамках субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) №075-00101-24-02 от 14.05.2024 г.

Список литературы

1. Замятин, А. Ю. Кибербезопасность робототехнических комплексов / А.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 2 (36). – С. 307–317.
2. Замятин, А. Ю. Обеспечение кибербезопасности на всех этапах жизненного цикла беспилотных авиационных систем / А.Ю. Замятин, С.В. Швец // Славянский форум. – 2023. – № 3 (34). – С. 382–400.
3. Бояров, М. Е. Исследование вариантов применения специализированных технических средств для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем / М. Е. Бояров, А. Ю. Замятин, В. Ю. Замятин, С. В. Швец // Славянский форум. – 2023. – № 4 (42). – С. 346–366.
4. Замятин, А. Ю. Научно-исследовательский центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов КГТА имени В. А. Дегтярёва: проекты в области связи, навигации и технологий борьбы с дронами / А.Ю. Замятин, А.В. Толстикова // Радиолокация, навигация, связь: сб. трудов XXX Международной научно-технической конференции (г. Воронеж, 16–18 апреля 2024 г.). В 5 т., Т. 1 / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2024. – С. 233–242.
5. Замятин, А. Ю. Реализация единой глобально распределённой платформы для управления ударными беспилотными летательными аппаратами / А.Ю. Замятин, В.Ю. Замятин // Эволюционные процессы информационных технологий: сб. науч. статей 9-й международной научно-технической конференции. – Москва: Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2024. – С. 204–218.
6. Безъязычный, В. Ф. О видении машиностроительного предприятия новой экономики. 1. Исходные концепты и принципы / В.Ф. Безъязычный, А.Ю. Замятин А, В.Ю. Замятин // Справочник. Инженерный журнал. Приложение. – 2018. – № S6. – С. 3–11.
7. Безъязычный, В. Ф. О видении машиностроительного предприятия новой экономики. 2. Информационно-параметрический образ / В.Ф. Безъязычный, А.Ю. Замятин А, В.Ю. Замятин // Справочник. Инженерный журнал. Приложение. – 2018. – № S6. – С. 13–24.

8. Замятин, В. Ю. Модель метасистемы социокультурного совершенства машиностроительного комплекса. Ч. 1 / В.Ю. Замятин, А.Ю. Замятин // Методы менеджмента качества. – 2015. – № 1. – С. 38–44.

9. Замятин, В. Ю. Модель метасистемы социокультурного совершенства машиностроительного комплекса. Ч. 2 / В.Ю. Замятин, А.Ю. Замятин // Методы менеджмента качества. – 2015. – № 2. – С. 32–38.

10. Замятин, А. Ю. Вопросы использования пульсирующих воздушно-реактивных двигателей при разработке и производстве беспилотных воздушных судов / А.Ю. Замятин, В.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 4 (38). – С. 206–219.

11. Андреев, И. П. Особенности выполнения НИР «Комплексные исследования методов и технологий применения отечественной электронной компонентной базы в беспилотных авиационных системах и средствах их наземного управления» / И.П. Андреев, А.Ю. Замятин, А.В. Иванов // Славянский форум. – 2023. – № 3 (41). – С. 428–455.

12. Бояров, М. Е. Оценка влияния цифровизации на показатели применения отечественной электронной компонентной базы в беспилотных авиационных системах и средствах их наземного управления / М. Е. Бояров, А. Ю. Замятин, А. В. Толстиков // Славянский форум. – 2023. – № 4 (42). – С. 367–384.

13. Дыбля, А. Ю. Создание ретранслятора на БПЛА / А. Ю. Дыбля, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, Д. А. Деревянкин, А. Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXVIII Международной научно-технической конференции, посвящённой памяти Б. Я. Осипова. В 6. т. / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2022. – Т. 2. – С. 256–264.

14. Замятин, А. Ю. Организация связи внутри роя и между роями робототехнических комплексов / А. Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 3(37). – С. 174–184.

УДК 343.9

**УЧЁТ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ
ФАКТОРОВ ПРИ ОЦЕНКЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСОВ**

*Замятин В.Ю., канд. техн. наук,
Конотопова М.О.*

*ООО «Научно-производственный центр беспилотных авиационных
систем и робототехнических комплексов»*

*Солохин С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Кузнецова С.В., канд. техн. наук, доцент
Барабанова Л.П., канд. физ.-мат. наук, доцент
Хрусталева П.Е., канд. техн. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация. Описана архитектура программно-аппаратной платформы ИВ-CyberSec для комплексной оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов. Показаны роль и место учёта влияния внешних воздействующих факторов при выполнении оценки. Приведены базовая задача и основные параметры программного модуля ИВ-CyberSecMeteo.

Ключевые слова: кибербезопасность, жизненный цикл, робототехнический комплекс, беспилотная авиационная системам, внешние воздействующие факторы, гидрометеорология, РТК, БАС, ВВФ.

Материал настоящей статьи касается вопросов разработки специализированного модуля моделирования внешних воздействующих факторов (ВВФ) ИВ-CyberSecMeteo программно-аппаратной платформы ИВ-CyberSec для комплексной оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов (РТК) [1, 2], включая беспилотные авиационные системы (БАС), и их составных частей (СЧ) [3-6].

Учитывая всё возрастающую важность рассматриваемого направления, тематика кибербезопасности жизненного цикла РТК введена в состав приоритетных, рассматриваемых секцией «Кибербезопасность» отделения «Исследование проблемы управления национальной обороной» Академии военных наук РФ.

На 1-м слёте организаторов проектно-образовательного интенсива «Архипелаг 2024», прошедшем 7 февраля 2024 года, специалистами ООО «НПЦ БАСиРТК» было предложено отработать вопросы оценки кибербезопасности жизненного цикла БАС через введение в состав практик, предполагаемых к реализации в рамках интенсива, который будет проходить 8-21 июля в Сахалинской области. Предварительно было намечено выполнить оценку кибербезопасности ЖЦ для всех БАС, принимающих участие в мероприятиях «Архипелаг 2024».

Продукт ИВ-CyberSec предназначен для качественной и количественной оценок текущего и прогнозного уровня кибербезопасности на всех стадиях жизненного цикла РТК [7, 8]. Может быть использован широким кругом потребителей для планирования мероприятий, управления рисками и содействия в принятии управленческих решений:

- разработчики РТК и СЧ;
- производители РТК и СЧ;
- эксплуатанты РТК;
- структуры, являющиеся заказчиками сервисов, реализуемых на базе РТК;
- финансовые институты (банки, инвесторы, страховые компании и т. п.);
- ВУЗы и иные образовательные структуры;
- учреждения, осуществляющие научно-техническую деятельность;
- специалисты и организации, работающие в областях:
 - комплексной безопасности;
 - противодействия использованию РТК;
 - искусственного интеллекта;
 - больших данных;
 - геймификации.

Специалисты силовых структур имеют возможность использовать данный продукт для поиска уязвимостей жизненного цикла РТК вероятного противника.

В соответствии с ТЗ на разработку, анализ кибербезопасности ЖЦ может быть выполнен:

- для трёх основных базовых классов РТК (воздушные, наземные и морские);

- для четырёх комбинированных классов РТК (наземно-воздушные, наземно-морские, воздушно-морские, наземно-воздушно-морские);

- для шести основных типов назначения РТК (транспортные, пассажирские, наблюдения – основные; пожарные, телекоммуникационные, учебно-тренировочные – дополнительные);

- для трёх типов двигательных установок (внутреннего сгорания, турбореактивные, электродвигатели);

- для семи основных этапов жизненного цикла (подготовка ТЗ, проектирование, создание, испытания, производство, эксплуатация, доработка, утилизация).

Для всех вышеперечисленных показателей предусмотрена возможность расширения количества доступных типов.

В качестве методологической основы оценки кибербезопасности ЖЦ РТК используются, в том числе, адаптированные применительно к РТК положения основополагающих международных документов, определяющих требования кибербезопасности жизненного цикла транспортных средств:

а) правила ООН:

- WP.29 (The World Forum for the harmonization of vehicle regulations);

- ECE155 Cyber security and cyber security management system;

- ECE156 Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with Regards to Software Update and Software Updates Management System;

б) документы ISO:

- ISO/SAE 21434:2021 Road vehicles – Cybersecurity engineering (Транспорт дорожный – Инженерия безопасности);

- ISO/PAS 5112:2022 Road vehicles – Guidelines for auditing cybersecurity engineering (Транспорт дорожный – Руководство по аудиту проектирования в области кибербезопасности).

Применительно к БАС использовать, в том числе, документы ИКАО:

- Руководство по авиационной безопасности. Глава 18. Киберугрозы критически важным авиационным системам информационных и связных технологий;
- Стратегия в области кибербезопасности (октябрь 2019);
- План действий по обеспечению кибербезопасности (январь 2022);
- Инструктивный материал по политике в области кибербезопасности (январь 2022).

Одним из близких по замыслу к IB-CyberSec уже существующих сервисов является продукт BSC Designer (рис. 1 и 2). При этом отличительной особенностью IB-CyberSec является ориентация не на единичное предприятие или бизнес, а на всю экосистему РТК.

Архитектура продукта IB-CyberSec – открытая модульная, позволяющая гибко наращивать функциональность по мере потребности в реализации новой функциональности.

Состав основных модулей IB-CyberSec:

- сбора данных IB-CyberSecData;
- обогащения и улучшения качества данных IB-CyberSecDataImprove;
- моделирования внешних воздействующих факторов (ВВФ) IB-CyberSecMeteo;
- моделирования электромагнитной обстановки IB-CyberSecEME;
- расчёта показателей IB-CyberSecCalc;
- визуализации показателей IB-CyberSecVisual;
- формирования отчёта о результатах IB-CyberSecReport;
- оценки показателей на основе технологий ИИ IB-CyberSecAI;
- предсказательного моделирования IB-CyberSecForecast;
- обучения системы ИИ для оценки показателей IB-CyberSecAITraining;
- геймификации IB-CyberSecGame;
- конфигурирования IB-CyberSec;
- интеграционной платформы IB-CyberSecPlatform;
- лицензирования IB-CyberSecLicence.

Максимально допустимое количество подключаемых программных модулей – не менее 32 764.

Рассматриваемый в настоящей статье программный модуль IB-CyberSecMeteo обеспечивает моделирование ВВФ для учёта их параметров в расчётной модели кибербезопасности ЖЦ РТК.

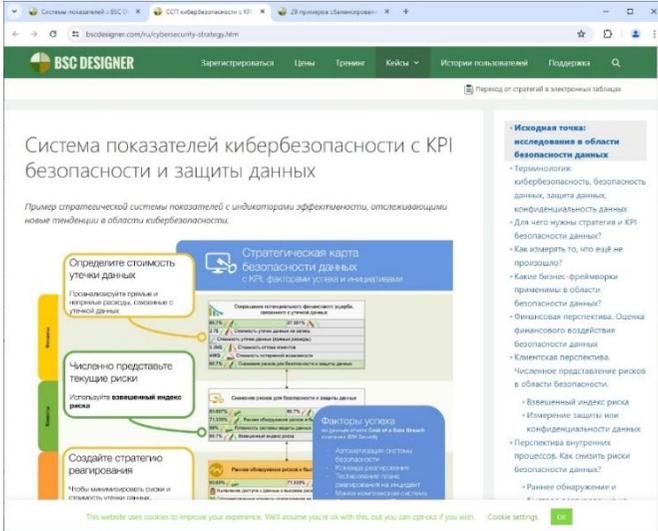


Рис. 1. Раздел кибербезопасности продукта BSC Designer

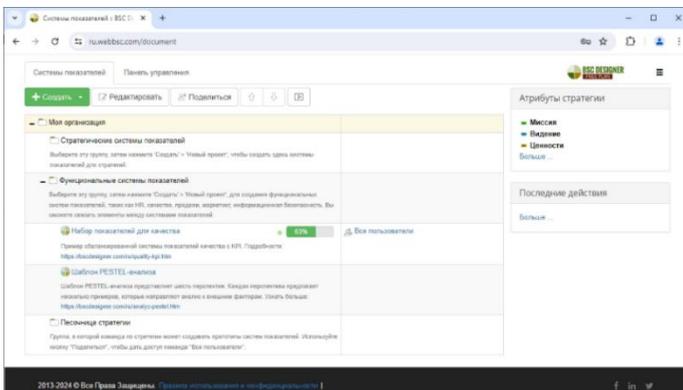


Рис.2. Раздел системы показателей продукта BSC Designer

Базовая задача модуля IB-CyberSecMeteo – восполнить информационную недостаточность при оценке кибербезопасности ЖЦ РТК в случае, если необходимые данные по реальным ВВФ недоступны, либо недостоверны.

Основные параметры, рассматриваемые при моделировании:

- температура воздуха, влажность, давление;
- роза ветров, направление и скорость ветра;
- видимость;
- облачность, осадки;
- снежный покров, глубина промерзания почвы, наличие многолетней мерзлоты, границы распределения селевых потоков, частота схода селей (прежде всего, для пунктов/станций управления, наземных, наземно-воздушных и наземно-воздушно-морских РТК);
- ледяной покров (прежде всего, для пунктов/станций управления, наземных, морских, наземно-воздушных, наземно-морских и наземно-воздушно-морских РТК);
- течение, волнение, приливно-отливные колебания уровней воды (прежде всего, для морских/речных, наземно-морских, воздушно-морских, наземно-воздушно-морских РТК).

Применительно к кибербезопасности процессов, связанных с жизненным циклом РТК, IB-CyberSecMeteo формирует набор показателей, которые могут влиять, как минимум, на следующие основные категории:

- безопасность сетей [7, 8];
- безопасность приложений [9, 10];
- безопасность информации [11, 12];
- операционная безопасность [13, 14];
- аварийное восстановление и непрерывность бизнеса [15, 16];
- повышение осведомлённости [17, 18].

При работе используется набор расчётных моделей, для которого предусмотрена возможность расширения с использованием соответствующего интерфейса API, либо языка описания сценариев в файле конфигурации.

При написании IB-CyberSecMeteo использован язык C++.

Значительная часть используемых в работе подходов была ранее апробирована при выполнении многочисленных проектов в интересах Северо-Западного управления по гидрометеорологии и

мониторингу окружающей среды и Арктического и антарктического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург).

Одним из экстремальных тестовых вариантов для проверки использования модуля IB-CyberSecMeteo в составе платформы IB-CyberSec станет использование данных, получаемых в ходе реализации специалистами ООО «НПЦ БАСиРТК» комплексного проекта атмосферного спутника (высотного БПЛА), для которого предусматривается возможность запуска с Антарктиды, либо с ледостойкой платформы в Арктике.

В начале мая 2024 года было подано заявление в Роспатент на государственную регистрацию описываемого программного модуля IB-CyberSecMeteo.

Дополнительная информация по теме работы доступна в профильных Telegram-каналах «Беспилотники (дроны, БПЛА, UAV)», «Кибербезопасность Z» и «НПЦ БАСиРТК».

Работа выполнена в рамках субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) №075-00101-24-02 от 14.05.2024 г.

Список литературы

1. Замятин, А.Ю. Кибербезопасность робототехнических комплексов / А. Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 2 (36). – С. 307–317.

2. Байгутлина, И. А. Кибербезопасность беспилотных авиационных систем / И.А. Байгутлина, А. Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сб. трудов XXIX Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры радиоп физики ВГУ (г. Воронеж, 18–20 апреля 2023 г.). В 5 т. / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2023. – Т. 1. – С. 91–101.

3. Замятин, П. А. Формирование экосистемы беспилотных авиационных систем /П.А. Замятин, С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, И. А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни техноло-

гии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 156–167.

4. Байгутлина, И. А. Актуальные вопросы создания и применения беспилотных летательных аппаратов / И. А. Байгутлина, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин, Е. Ф. Лядова. – Москва: Издательство ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 612 с.

5. Байгутлина, И. А. Беспилотная авиация: история, применение, технологические перспективы / И. А. Байгутлина, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин, А. В. Литвинов, Е. Ф. Лядова, А. П. Соколова. – Москва : Издательство ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 544 с.

6. Замятин, П. А. Применение модулей YOLOV8 при обследовании подводных объектов с использованием беспилотных подводных аппаратов / П.А. Замятин // Славянский форум. – 2023. – № 3 (41). – С. 418–427.

7. Байгутлина, И. А. Некоторые аспекты создания региональных и национальных телекоммуникационных сетей и сервисов / И.А. Байгутлина, А. Ю. Замятин // Информационные ресурсы России, № 1 (83), 2005. – С. 1-2.

8. Литвинов, А. В. Контроль конверсии радиочастотного спектра / А.В. Литвинов, И.А. Байгутлина, А.Ю. Замятин, Е.Ф. Лядова. – Москва: Изд-во «Горячая линия – Телеком», 2019. – 212 с.

9. Замятин, А. Ю. Информационные технологии в управлении корпорацией. Оптимизация работы IT-подразделений / А. Ю. Замятин, И.А. Байгутлина, А. А. Замятина // Менеджмент сегодня. – 2006. – № 5. – С. 314–325.

10. Замятин, П. А. Вопросы эксплуатации беспилотных авиационных систем / П. А. Замятин // Славянский форум. – 2021. – № 1(31). – С. 297–304.

11. Шевырёв, А. В. Концептуальные аспекты информационного противоборства / А.В. Шевырёв, А. Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сб. трудов XXIII Международной научно-технической конференции. В 3 т. – 2017. – С. 1128–1137.

12. Байгутлина, И. А. Передача и обработка информации как предмет рассмотрения Международного союза электросвязи в разрезе кибербезопасности / И.А. Байгутлина, А. Ю. Замятин,

П. А. Замятина // Радиолокация, навигация, связь: сб. трудов XXVII Международной научно-технической конференции. В 4 т. – 2021. – Т. 1. – С. 248–257.

13. Байгутлина, И. А. Существующие практики, модели и методы оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов, включая беспилотные авиационные системы / И.А. Байгутлина, А. Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXX Международной научно-технической конференции (г. Воронеж, 16–18 апреля 2024 г.). В 5 т. / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2024. – Т. 1. – С. 405–415.

14. Литвинов, А. В. Конверсия радиочастотного спектра. Вопросы технического регулирования / А.В. Литвинов, И.А. Байгутлина, А.Ю. Замятин, Е.Ф. Лядова. – Москва: ООО «Сам полиграфист», 2019. – 124 с.

15. Замятин, А. Ю. Обеспечение кибербезопасности на всех этапах жизненного цикла беспилотных авиационных систем / А.Ю. Замятин, С.В. Швец // Славянский форум. – 2023. – № 3 (34). – С. 382–400.

16. Замятин, П. А. Защита информации в автоматизированных системах сельскохозяйственного назначения / П.А. Замятин, С.В. Шайтура, Н.С. Шайтура, И.А. Байгутлина // Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов.– Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2022. – С. 27–36.

17. Иванова, И. В. Интегрированные системы менеджмента. Построение, функционирование, оценка локальных интегрированных систем менеджмента / И.В. Иванова, А.Ю. Замятин, Э.В. Киселев. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьева, 2020. – 76 с.

18. Иванова, И. В. Основы интегрированных систем менеджмента / И.В. Иванова, А.Ю. Замятин, Э.В. Киселев. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьева, 2020. – 172 с.

УДК 334.7:338.45

**ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТНО-КООРДИНАЦИОННОГО
ЦЕНТРА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ, ПРОЕКТНО-
КОНСТРУКТОРСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КООПЕРАЦИИ**

Конотопов П.Ю.

*ГУП «Санкт-Петербургский
информационно-аналитический центр»*

Аннотация. Описан вариант создания специализированного проектно-координационного центра, призванного обеспечить кооперацию разработчиков и производителей новых ВВСТ для максимально оперативного удовлетворения потребностей силовых структур Российской Федерации. Описаны цели, задачи, приоритетные направления деятельности, требуемые компетенции специалистов, источники финансирования, варианты управления и координации.

Ключевые слова: кооперация, новые образцы ВВСТ, робототехнический комплекс, беспилотная авиационная система, безэкипажный катер, «народный ВПК».

Военное противоборство между сторонами конфликта, военно-технические потенциалы которых по ряду направлений могут рассматриваться как сопоставимые, всегда приводило к развитию подходов к ведению боевых действий, появлению новых способов боевого применения существующих и появлению новых образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). Длительное противоборство в таких случаях, как правило, стимулировало как развитие военно-технической сферы, так и новых механизмов планирования, обеспечения и организации разработки, апробации, закупки, производства, поставки и внедрения новых образцов ВВСТ.

Специальная военная операция России на Украине (далее – СВО), длящаяся с 24 февраля 2022 г. и приобретающая характер длительного военного конфликта, в свою очередь, запустила новый

цикл исследований и разработок, направленных на создание новых и совершенствование боевого применения существующих образцов ВВСТ. Аналогично, следовало бы ожидать динамичного развития и/или возникновения новых механизмов и форм планирования, обеспечения и организации разработки, апробации, закупки, производства, поставки и внедрения новых образцов ВВСТ.

Явным признаком наличия потребности во внедрении новых механизмов и форм реализации процессов планирования, обеспечения и организации разработки, апробации, закупки, производства, поставки и внедрения новых образцов ВВСТ стало зарождение и становление феномена «народного ВПК», ставшего не только источником прототипов и образцов ВВСТ, по своим характеристикам и эффективности применения нередко превосходящих лучшие образцы ВВСТ, доступные противнику. Столь длительное существование феномена «народного ВПК» в условиях наличия развитого оборонно-промышленного комплекса (далее – ОПК) свидетельствует о том, что до настоящего времени значимых изменений механизмов и форм реализации этих процессов не произошло.

По сути, «народный ВПК», деятельность которого «компрометирует» существующие механизмы и формы реализации процессов обеспечения войск новыми и модернизированными образцами ВВСТ, – это механизм компенсации целого ряда недостатков действующей системы.

Функционирование «народного ВПК» позволяет отчасти компенсировать следующие основные недостатки действующей системы:

- низкая чувствительность к изменениям;
- избыточная инерционность системы управления;
- консервативность проектно-конструкторских решений;
- консервативность технологической политики;
- низкая гибкость производственно-технологических циклов;
- укорененность конкурентных стереотипов;
- стремление к концентрации капиталов и влияния;
- избыточная информационная закрытость;
- низкая готовность к вхождению в состав коопераций.

Практически все перечисленные выше недостатки являются своеобразной платой за достижение органами государственного

управления, осуществляющими планирование и управление реализацией государственных программ вооружения, и организациями, входящими в состав ОПК, высокой зрелости. При этом речь идет о зрелости, как об оптимальном для определенных условий деятельности сочетании качеств и характеристик системы управления и исполнения. А поскольку система управления и исполнения в течение длительного времени оптимизировалась при главенстве финансовых критериев эффективности, постольку диапазон вариаций условий ее применения все более сужался, а гибкость системы управления и исполнения – снижалась, приближаясь к границе «хрупкости».

При всем том, что организации – участники ОПК, достигнув зрелости, продолжают концентрировать в своих коллективах научные и инженерные кадры высочайшей квалификации и продолжают владеть ценными производственно-технологическими активами (включая нематериальные), динамические характеристики таких организаций ухудшаются, чувствительность к изменениям требований снижается, а новизна применяемых в разработках решений утрачивается (принцип экономии усилий, финансов, времени и, как следствие, повторное использование апробированных решений). Как следствие, творческий потенциал инженерно-конструкторских кадров и инженерно-технических работников используется неэффективно, вследствие чего со временем происходит утрата мотивации, а потом – и способности к освоению и внедрению новых технологий, генерации и реализации новых решений.

В отличие от «большого ОПК», «народный ВПК» не может похвастаться высокой зрелостью, высокой сложностью, высокой ценностью и обилием производственно-технологических активов. Но при этом мотивационный потенциал и численность участников «народного ВПК» много выше, равно как выше их готовность к риску, апробации и применению смелых конструкторских решений.

В то время, как для большинства многоуровневых иерархических систем весь риск провального проекта концентрируется в одном центре ответственности, то для кооперации риск распределяется по все ее участникам, не приводя к фатальным потерям для каждого из них. В силу того, что концентрация производственно-технологических активов у участников «народного ВПК» остается довольно низкой, а квант производительности, выделяемый для уча-

ствия в конкретном проекте, регулируется самим участником кооперации, удельный риск любой временной кооперации по выпуску опытных и мелкосерийных образцов ВВСТ оказывается минимальным.

С точки зрения топологии коммуникаций и производственной логистики «народный ВПК» представляет собой пространственно-распределенную сеть неоднородных элементов, на которой может быть собрана произвольной конфигурации временная целеопределенная иерархия-кооперация, призванная решить определенную коммуникационную, организационную, проектно-конструкторскую, производственно-технологическую или логистическую задачу.

В такой модели любое производство предстает как совокупность взаимосвязанных узлов сети, располагающих определенными ресурсами, компетенциями, производственно-технологическими активами и характеризующихся определенной производительностью и надежностью, в определенной последовательности решающих определенные задачи в рамках единого производственного процесса. При этом каждый узел или совокупность сопоставимых по функциям и характеристикам узлов предстает в качестве системы массового обслуживания, выделяющей под решение задач производства определенный квант ресурсов производительности.

Гибкость такой сети узлов, управляющих ассоциированными с ними производственно-технологическими активами, существенно выше, нежели гибкость любой зрелой иерархически организованной системы, сконцентрировавшей в себе значительное количество ресурсов и активов. А оперативность реагирования на изменения потребностей достигается за счет большей коммуникационной связности, локальной информированности отдельных узлов и совокупной информированности сети как целого.

При этом очевидно, что сохранение «народного ВПК» в той форме, в которой он функционирует в настоящее время, едва ли отвечает задачам и вызовам, стоящим перед ОПК и системой управления производством вооружений. При прежнем уровне открытости коммуникаций, ресурсной обеспеченности, технологической вооруженности, культуры производства, производительности, надежности и предсказуемости результатов функционирования «народный ВПК» не способен решить проблему адекватности ОПК и системы управ-

ления разработкой и производством ВВСТ фактическим потребностям и вызовам, стоящими перед вооруженными силами России.

В то же время, практика показывает, что механизм, преемственный «народному ВПК» не просто полезен, но и необходим для пополнения резервов инженерно-конструкторских кадров, выращивания новых научных школ и творческих коллективов, а также для восполнения необходимого многообразия инженерно-конструкторских решений, которое в системе ОПК истощается вследствие закономерностей функционирования корпоративных структур, ответственных за разработку и производство больших и сложных систем ВВСТ.

Соответственно, перед ОПК и системой управления разработкой и производством ВВСТ стоит задача формирования системных механизмов, исполняющих функции, временно и не в полной мере реализованные в формате «народного ВПК». По сути, это означает, что необходимо на системной основе сформировать «народный ВПК 2.0», дееспособность, а равно показатели надежности функционирования, технологического уровня разработок и качества продукции которого будут существенно превосходить аналогичные характеристики предшествующей версии.

При этом крайне важно, пока не исчерпан потенциал сети «народного ВПК» первого поколения, сформировать механизм компенсации и постепенного замещения источников инвестиционных ресурсов, дабы не истощить внутренние ресурсы развития и мотивационный потенциал участников «народного ВПК». Эти меры позволят вовлечь кадры «народного ВПК» в деятельность «народного ВПК 2.0».

Первые шаги в этом направлении уже сделаны: сформированы прототипы целевых инвестиционных механизмов, основанных на добровольных пожертвованиях граждан. Эти механизмы, с разным успехом реализующие свои функции, опираются на коммуникационные возможности и кредит доверия частных лиц, организаций корпоративного и публичного сектора. Одной из наиболее эффективных форм здесь стал механизм сбора добровольных пожертвований, созданный под эгидой Общероссийского общественного движения «НАРОДНЫЙ ФРОНТ «ЗА РОССИЮ» (далее – ОНФ), под девизом «ВСЁ ДЛЯ ПОБЕДЫ!» организующего целевые сборы

на решение конкретных задач поддержки бойцов СВО и мирных жителей новых регионов.

В рамках деятельности «народного ВПК» отрабатываются также и иные механизмы, позволяющие выстроить системную работу с органами управления ОПК, обеспечить системную работу по выявлению наилучших разработок, выстроить взаимодействие с заказчиками ВВСТ и производственными предприятиями. В частности, попытки формирования механизмов отбора, тестирования и поддержки серийного производства лучших образцов ВВСТ, разработанных в результате деятельности участников «народного ВПК» предпринимались в рамках деятельности частных военных компаний (далее – ЧВК), частных структур, связанных с Минобороны России, Росгвардией, а также в рамках деятельности некоммерческих организаций, включая ОНФ.

Одной из первых попыток системной интеграции и акселерации проектов «народного ВПК» стала инициатива руководства ЧВК «Вагнер», в ноябре 2022 г. объявившего о создании в Санкт-Петербурге центра акселерации проектов по созданию образцов ВВСТ «ЧВК Вагнер центр». Но, несмотря на полезные результаты, полученные в рамках деятельности акселератора «ЧВК Вагнер центр», в июле 2023 г., в связи с дискредитацией бренда ЧВК «Вагнер» и потерей источников финансирования, деятельность этого акселератора прекратилась.

В рамках деятельности ОНФ создан и успешно функционирует, так называемый, «Кулибин-клуб», этот клуб с открытым участием, дополняя механизм «народного финансирования», оказывает содействие в разработке, тестировании, финансировании производства опытных образцов, запуска в серию, а также организует экспертизу и консультирование по доработке и/или улучшению изделий. В результате деятельности Кулибин-клуба реализованы десятки проектов целевого финансирования и экспертно-консультативной поддержки разработки и производства средств радиоэлектронной борьбы (далее – РЭБ), обнаружения и противодействия беспилотным летательным аппаратам (далее – БЛА), а также беспилотных авиационных систем (далее – БАС), робототехнических комплексов (далее – РТК) для различных условий применения [7].

Тем не менее, такие и подобные им «собранные на коленке» компенсаторные механизмы не способны решить всего многообразия проблем, препятствующих выходу системы планирования, обеспечения и организации разработки, апробации, закупки, производства, поставки и внедрения новых образцов ВВСТ на показатели готовности, гибкости и оперативности реагирования на потребности войск в условиях СВО и тем более – в условиях прямого военного противоборства с объединенными вооруженными силами НАТО.

Учитывая, что недостатки, присущие действующей системе планирования, обеспечения и организации разработки, апробации, закупки, производства, поставки и внедрения новых образцов ВВСТ, органически присущи большинству зрелых, долгое время функционирующих в стационарных условиях организационно-технических систем – сложных, многоуровневых, состоящих из множества высокоспециализированных элементов, наиболее эффективным решением, обеспечивающим их выход на требуемые уровни готовности, гибкости и оперативности, могла бы стать их «гибридизация» – сращивание с сетевыми механизмами, выступающими в качестве элементов системы управления инициативами, требованиями и новациями.

Очевидно, что «безбуферная» «гибридизация», предполагающая прямое сращивание закрытой иерархической системы ОПК с открытой сетью «народного ВПК» едва ли способна принести пользу – скорее, такое решение способно дезорганизовать функционирование ОПК, и без того функционирующего в режиме мобилизации резервов. Но выстраивание системного интерфейса с «народным ОПК» смогло бы способствовать идейному обогащению ОПК и выходу «народного ОПК» на новый уровень развития и дееспособности, превратить его в сетевое конструкторское бюро и инструмент быстрого прототипирования, апробации и доводки новых решений.

В силу изложенных причин в качестве системного интерфейса, обеспечивающего корректное сопряжение ОПК и «народного ВПК», предлагается создать проектно-координационный центр научно-технической, проектно-конструкторской и производственно-технологической кооперации (далее – ПКЦ), миссией которого бу-

дет являться формирование организационно-технических условий для оперативного удовлетворения потребностей Вооруженных сил Российской Федерации, Росгвардии и ФСБ России в новых технических решениях и прикладных разработках, относящихся к категории ВВСТ.

Миссию ПКЦ предполагается осуществлять посредством выполнения комплекса работ по выявлению и прогнозированию потребностей в новых технологических решениях, изысканию возможностей их удовлетворения, выполнению научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, идентификации и ликвидации научно-технических и производственно-технологических разрывов в производственно-технологической сети «народного ВПК», выполнению работ по формированию, обеспечению и координации деятельности производственно-технологических коопераций по разработке, выпуску, проведению испытаний и доработок экспериментальных образцов ВВСТ и последующему серийному выпуску ВВСТ [1–3], а также работ по формированию системных механизмов взаимодействия с ОПК и системой планирования, обеспечения и организации разработки, апробации, закупки, производства, поставки и внедрения новых образцов ВВСТ, а также выводу сети «народного ВПК» на качественно новый уровень научно-технических и производственно-технологических возможностей.

Целью создания ПКЦ является формирование, организация и обеспечение деятельности сети научно-технической, проектно-конструкторской и производственно-технологической кооперации по разработке, выпуску, проведению испытаний и доработок экспериментальных образцов ВВСТ, последующему серийному выпуску и сопровождению эксплуатации ВВСТ.

Деятельность ПКЦ по удовлетворению текущих и перспективных потребностей Заказчиков в новых образцах ВВСТ направлена на достижение следующих целей:

- 1) определенность текущих и перспективных потребностей Заказчиков в новых образцах ВВСТ;
- 2) определенность научно-технических заделов, инженерно-конструкторских решений и производственно-технологических возможностей для удовлетворения текущих и перспективных потребностей Заказчиков в новых образцах ВВСТ;

3) оперативность формирования производственно-технологических коопераций для выполнения работ по производству экспериментальных образцов ВВСТ;

4) оперативность перехода к мелкосерийному производству образцов ВВСТ, успешно прошедших испытания;

5) оперативность формирования проектно-конструкторской документации для перехода к промышленному производству высоко востребованных образцов ВВСТ;

б) обеспеченность предприятий, участвующих в кооперациях по разработке и производству образцов ВВСТ, квалифицированными кадрами и иными ресурсами.

Для достижения указанных целей ПКЦ решает следующие основные задачи.

1. Выполнение полевых и иных исследований, направленных на изучение проблем, затрудняющих повседневную деятельность, решение боевых и специальных задач Заказчиков, установление, документирование и формальное описание текущих и перспективных потребностей Заказчиков в новых образцах ВВСТ.

Мониторинг источников общедоступной информации на предмет выявления перспективных технологий и разработок, способных повысить эффективность применения ресурсов, сил и средств, находящихся в распоряжении Заказчиков.

Формирование требований к перспективным образцам ВВСТ.

Аналитика (текущая и прогнозная; технологическая, боевого применения и т. п.).

2. Формирование требований к реализуемым решениям.

3. Разработка эффективных вариантов создания распределённых проектных коопераций с юридическими и физическими лицами.

4. Формирование кооперации для реализации:

4.1. Проектирования решений;

4.2. Отработки решений и создание опытных образцов (ОО);

4.3. Проверки ОО в условиях полигона и боевого применения;

4.4. Организации производства изделий (включая мелкосерийное);

4.5. Сопровождения применения и обучения;

4.6. Доработки изделий под конкретные требования.

Помимо работы над конкретными направлениями и проектами (например, такими как реализуемые в настоящее время при участии специалистов научно-исследовательского центра беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов КГТА имени В. А. Дегтярёва, а также предприятий, входящих в состав Консорциума БАС Владимирской области [4–6]), специалисты Центра должны выполнять [7–10]:

- непрерывный анализ российского и международного опыта и формирование тематических обзоров для ВУЗов и профильных предприятий;

- формирование и актуализацию реестров производственных мощностей и специалистов, которые могут быть использованы в интересах реализации проектов;

- непрерывный анализ загруженности производственных мощностей, испытательных полигонов и ресурсов специалистов, которые могут быть использованы в интересах реализации проектов;

- участие в определении приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований;

- участие в подготовке и экспертизе ТЗ на новые НИР и ОКР;

- участие в экспертизе результатов, выполняемых НИР и ОКР;

- прогнозирование потребностей в специалистах профильных направлений;

- участие в формировании приоритетных направлений образовательных программ;

- участие в создании, совершенствовании и экспертизе образовательных стандартов и учебно-методических комплексов;

- формирование списка рекомендуемых направлений для курсовых и дипломных работ студентов ВУЗов с учётом потребностей профильных предприятий;

- участие в организации тематических производственных практик для студентов ВУЗов;

- участие в создании профильных производств на базе технических ВУЗов и военно-учебных центров;

- участие в инициировании, реализации и экспертизе программ международного научно-технического и военно-технического сотрудничества.

Список литературы

1. Безъязычный, В. Ф. Принципы-паттерны и методология внутренней интеграции социально-экономических и научно-технических компонентов «умного менеджмента» машиностроительного объединения «мирового класса» / В.Ф. Безъязычный, И.В. Иванова, В.Ю. Замятин, А.Ю. Замятин // Справочник. Инженерный журнал. – № S2. – 2019. – С. 11–24.

2. Безъязычный, В. Ф. Символьно-индикационная модель системы социокультурного совершенства машиностроительного комплекса / В.Ф. Безъязычный, В.Ю. Замятин, А.Ю. Замятин // Справочник. Инженерный журнал. – № 8 (269). – 2019. – С. 41–47.

3. Замятин, В. Ю. Модельное представление метасистемы научно-технического обеспечения качества и конкурентоспособности продукции машиностроительного комплекса / В.Ю. Замятин, А.Ю. Замятин // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2015. – № 10 (223). – С. 41–46.

4. Байгутлина, И. А. Существующие практики, модели и методы оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов, включая беспилотные авиационные системы / И.А. Байгутлина, А.Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сб. трудов XXX Международной научно-технической конференции (г. Воронеж, 16–18 апреля 2024 г.). В 5 т., Т. 1 / Воронежский государственный университет; АО «Концерн “Созвездие”». – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2024. – С. 405–415.

5. Замятин, А. Ю. Вопросы создания единой интеграционной платформы для распределённых гетерогенных средств и комплексов противодействия несанкционированному использованию беспилотных летательных аппаратов / А.Ю. Замятин, А.В. Толстиков // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. – Т. 14. – 2024. – № 1. – С. 27–32.

6. Замятин, А. Ю. Вопросы создания единой распределённой платформы для удалённого управления ударными дронами / А.Ю. Замятин, А.В. Толстиков // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. – Т. 14. – 2024. – № 3. – С. 21–25.

7. Иванова, И. В. Интегрированные системы менеджмента. Построение, функционирование, оценка локальных интегрирован-

ных систем менеджмента / И.В. Иванова, А.Ю. Замятин, Э.В. Киселев. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьева, 2020. – 76 с.

8. Иванова, И. В. Основы интегрированных систем менеджмента / И.В. Иванова, А.Ю. Замятин, Э.В. Киселев. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьева, 2020. – 172 с.

9. Замятин, А. Ю. Введение в коммуникацию при управлении качеством / А.Ю. Замятин, В.Ю. Замятин, И.В. Иванова. – СПб: ООО «Свое издательство», 2019. – 56 с.

10. Кулибин-клуб // Общероссийское общественное движение «Народный Фронт «За Россию», «Всё для Победы!». Точный адрес статьи: https://pobeda.onf.ru/#kulibin_anch

УДК 69.059

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Chunqiao Zhou (Чуцяо Чжоу)

Chinowing Technology Company (Чиновинг)

Аннотация. Рассмотрена продукция и реализованные технологические особенности китайского разработчика Chinowing Technology Company: наземные станции управления, системы связи и беспилотные летательные аппараты. Представлены технические характеристики и особенности позиционирования на рынке. Показаны варианты применения. Компания предполагает стать технологическим и коммерческим партнёром Консорциума БАС Владимирской области.

Ключевые слова: наземная станция управления, система связи, беспилотный летательный аппарат, беспилотная авиационная система, БАС, БВС, БПЛА.

Введение

Китайская компания Chinowing Technology Company занимается разработкой наземных станций управления, системами связи для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), а также созданием БПЛА разных типов. Компания является инновационной и гибко реагирует на

запросы и потребности рынка. Активно развивается сотрудничество с Российской Федерацией, в том числе, по линии комплектующих для производства БПЛА и наземных пунктов управления [1, 2].

1. Беспилотный летательный аппарат Loitering Munition

Наибольший интерес у российских заказчиков вызывает 18-килограммовый БПЛА Loitering Munition, отдалённо напоминающий американский барражирующий боеприпас SwitchBlade 600 (рис. 1).



Рис. 1. Беспилотный летательный аппарат

БПЛА Loitering Munition запускается из многоэтажного пускового контейнера, показанного на рис. 2.

В настоящее время Loitering Munition используется в качестве ударного дрона для поражения различных объектов на поверхности Земли. По заказу Научно-производственного центра беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов (НПЦ БАСиРТК) рассматривается возможность его доработки для применения в варианте дрона-перехватчика безэкипажных катеров, стартующего с борта корабля или катера. В качестве платформы для размещения может быть использован и безэкипажный катер.



Рис. 2. Пусковой контейнер

2. Беспилотный летательный аппарат VTOL CP150

Представляется, что в перспективе более массовым продуктом может стать БПЛА вертикального взлёта и посадки (VTOL) CP150 (рис. 3).

Аппарат имеет гибридную силовую установку, что позволяет ему иметь значительное время нахождения в полёте.



Рис. 3. БПЛА VTOL CP150

Основные характеристики БПЛА CP150:

- взлётная масса: 120 кг;
- максимальная масса полезной нагрузки: 40 кг;
- крейсерская скорость: 90 км/ч;
- максимальная скорость: 150 км/ч;
- дальность управления: 50-100 км (зависит от комплектации);
- дальность полёта: до 1000 км;
- максимальная высота: 3500 м;
- максимальная длительность: 720 мин;
- объём топливного бака: 48 л;
- габариты: 6500x3264x1170 мм.

3. Наземная станция управления T50

Хотя рассмотрение продукции было начато с дронов, наибольшую экспертизу Chinowing Technology Company имеет в области наземных станций управления и систем организации связи.

Флагманский продукт, наземная станция управления T50 (рис. 4 и 5), разработана компанией Huazhiyi Technology Company. Она в основном используется в военных и полевых исследованиях. Этот продукт основан на современной технологии системной архитектуры и высокоинтегрированном дизайне, может поддерживать различные интерфейсы связи и обладает чрезвычайно высокой стабильностью и надёжностью.

Представление продукта: Наземная станция управления T50 – это продукт нового поколения, созданный в результате непрерывных усилий по исследованиям и разработкам технической команды Chinowing Technology Company.

Во внешнем виде продукта использованы черные и темные тона, что создает профессиональный, лаконичный и серьезный стиль. Его основные особенности включают в себя:

- 1) высокоинтегрированная конструкция «все в одном»;
- 2) промышленный ящик «Пеликан», легкий вес около 15 кг;
- 3) 17-дюймовый промышленный сенсорный экран HD&NB с антибликовым покрытием;
- 4) универсальная система джойстиков с настраиваемыми настройками;
- 5) поддерживает внешний источник питания с возможностью горячей замены;
- 6) первая в своем роде настройка программных клавиш;
- 7) совместимость с большинством устройств на рынке;
- 8) внешний вход HDMI для видео, обеспечивающий гибкость;
- 9) поддержка традиционного RC-входа;
- 10) пыле- и водонепроницаемая конструкция

Анализ рыночного спроса: Поскольку рынок БПЛА продолжает расширяться, спрос на высококлассные наземные станции управления также растет. Спрос на высококлассные наземные станции управления особенно высок в аэрофотосъемке, научных исследованиях, военной и других областях. В то же время, с непрерывным развитием технологий, алгоритмы управления полетом БПЛА и технологии взаимодействия человека и компьютера также постоянно совершенствуются, что делает потребность в высококачественных наземных станциях управления все более актуальной.

Анализ рыночной конкуренции: в настоящее время на рынке наземных станций управления БПЛА существует множество конкурентов, таких как DJI, Yuneec, 3DR и т. д. Эти компании предлагают линейку высококачественных и высокопроизводительных наземных станций управления, которые составляют прямую конкуренцию наземной станции управления T50. Тем не менее, наземная станция управления T50 имеет первоклассную аппаратную конфигурацию и передовые программные технологии, которые предос-

твляют пользователям эффективный и надежный опыт управления дроном. В то же время этот продукт сочетает в себе передовые технологии управления полетом и дизайн взаимодействия человека и компьютера, обеспечивая мощные функции и высококачественный пользовательский опыт. Наконец, он также предоставляет множество индивидуальных услуг для удовлетворения потребностей разных пользователей. В этих аспектах наземная станция управления T50 обладает уникальными конкурентными преимуществами.



Рис. 4. Наземный пульт управления T50



Рис. 5. Иллюстрация работы наземного пункта управления T50

Исследование по тестированию продукта: наземная станция управления T50 была подвергнута боевым испытаниям и функциональным испытаниям, а ее производительность и производительность были проверены с различных аспектов, таких как безопасность, работоспособность и масштабируемость. Данные подтверждают, что наземная станция управления T50 обладает хорошей адаптивностью в экстремальные моменты и в различных условиях работы. Благодаря стабильной передаче голоса и системе дистанционной сигнализации RC со стабильным ощущением руки эффект четкой передачи данных и звука еще больше улучшается.

Вывод: наземная станция управления T50 представляет собой высокотехнологичное наземное оборудование управления с передовыми аппаратными и программными технологиями и предоставляет множество уникальных функций и услуг. В условиях жесткой конкуренции на рынке дронов наземная станция управления T50 имеет сильное конкурентное преимущество и, как ожидается, в будущем завоюет расположение большего числа пользователей.

Заключение

Chinowing Technology Company является высокотехнологичной быстроразвивающейся компанией, которая активно выходит на международный рынок с очевидно востребованной продукцией в области беспилотных авиационных систем [3, 4].

В качестве технологического и коммерческого партнера в России рассматривается Консорциум БАС Владимирской области, во главе которого находятся Ковровская академия БАС «Кречет» и Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярёва [5].

Рассматривается вопрос участия в тестировании сервисов оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов, создаваемом специалистами НПЦ БАСиРТК [6–8].

Список литературы

1. Бояров, М. Е Исследование вариантов применения специализированных технических средств для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем / М. Е. Бояров, А. Ю. Замятин, В. Ю. Замятин, С. В. Швец // Славянский форум. – 2023. – № 4 (42). – С. 346–366.

2. Бояров, М. Е. Оценка влияния цифровизации на показатели применения отечественной электронной компонентной базы в беспилотных авиационных системах и средствах их наземного управления / М. Е. Бояров, А. Ю. Замятин, А. В. Толстикова // Славянский форум. – 2023. – № 4 (42). – С. 367–384.

3. Байгутлина, И. А. Актуальные вопросы создания и применения беспилотных летательных аппаратов / И. А. Байгутлина, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин, Е. Ф. Лядова. – Москва : Изд-во ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 612 с.

4. Байгутлина, И. А. Беспилотная авиация: история, применение, технологические перспективы / И. А. Байгутлина, М. Е. Бояров, А. Б. Давыдов, А. Ю. Дыбля, П. А. Замятин, А. В. Литвинов, Е. Ф. Лядова, А. П. Соколова. – Москва: Изд-во ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 544 с.

5. Замятин, А. Ю. Научно-исследовательский центр беспилотных авиационных систем и робототехнических комплексов КГТА имени В. А. Дегтярёва: проекты в области связи, навигации и технологий борьбы с дронами / А.Ю. Замятин, А.В. Толстикова // Радиолокация, навигация, связь: сб. трудов XXX Международной научно-технической конференции (г. Воронеж, 16–18 апреля 2024 г.). В 5 т., Т. 1 / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2024. – С. 233–242.

6. Замятин, А. Ю. Кибербезопасность робототехнических комплексов / А.Ю. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 2 (36). – С. 307–317.

7. Замятин, А. Ю. Обеспечение кибербезопасности на всех этапах жизненного цикла беспилотных авиационных систем / А.Ю. Замятин, С.В. Швеца // Славянский форум. – 2023. – № 3 (34). – С. 382–400.

8. Байгутлина, И. А. Существующие практики, модели и методы оценки кибербезопасности жизненного цикла робототехнических комплексов, включая беспилотные авиационные системы / И. А. Байгутлина, А.Ю. Замятин // Радиолокация, навигация, связь: сб. трудов XXX Международной научно-технической конференции (г. Воронеж, 16–18 апреля 2024 г.). В 5 т. / Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2024. – Т. 1. – С. 405–415.

УДК 621.434.12

ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ 1Ч 5,5Х3 ДЛЯ БПЛА ТИПА «ОРЛАН-10»

*Костенко А.Г., инженер-конструктор,
г. Волгоград, «ВЛМЗ»*

*Юнусов Ш.Н., инженер-механик,
г. Пермь, «АКМ-Авиа»*

*Черепанов И.Е., инженер ЦВВС,
г. Пермь, «ПНИПУ»*

Аннотация. В статье рассматривается конструкция 4-тактного поршневого двигателя для установки на БПЛА в рамках импортозамещения японского двигателя «Саито-40», устанавливаемого на беспилотник «Орлан-10».

Ключевые слова: двигатель для БПЛА.

В инициативном порядке произведена разработка конструкции микролитражного поршневого двигателя для установки на БПЛА типа «Орлан-10». В качестве прототипа выбран одноцилиндровый двигатель «DF-35» английской фирмы RCV, данный двигатель выпускается серийно. Двигатель имеет золотниковый ГРМ, выполненный в виде вертикального цилиндрического вращающегося золотника [1], [2], [3].

Разработанный двигатель одноцилиндровый, 4-тактный, с золотниковой системой газораспределения. Двигатель высотный с подпоршневой системой наддува. Смазка двигателя производится бензوماзляной смесью в соотношении (масло/бензин) от 1:25 до 1:33. Система охлаждения воздушная, от набегающего потока воздуха. Система питания карбюраторная. Золотниковая система ГРМ позволяет работать как на автомобильном бензине, так и на авиационном керосине. В двигателе, с целью упрощения конструкции, применён кривошипно-кулисный механизм (ККМ). [4], [5] Система зажигания батарейная электроискровая. Свеча малогабаритная с резьбой М10х1.

Мощность взлётная 6 л.с. при 8000 об/мин коленвалов, сухой вес двигателя 2,31 кг.

Представлен вариант двигателя предназначенного для разведывательных БПЛА среднего радиуса действия (до 1000км). Двигатель «переразмеренный», подпоршневой наддув позволяет поднять границу высотности до 5500...6000 м.

Запуск двигателя от выносной пусковой системы. Допускается применение калильной системы зажигания. Возможна установка ротора генератора и генераторных катушек для снабжения электросистемы БПЛА в полёте.

На рис. 1 и 2 представлена 3D-модель двигателя 1Ч 5,5х3.

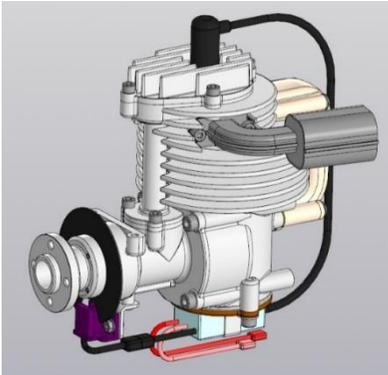


Рис.1. Двигатель 1Ч 5,5х3,6

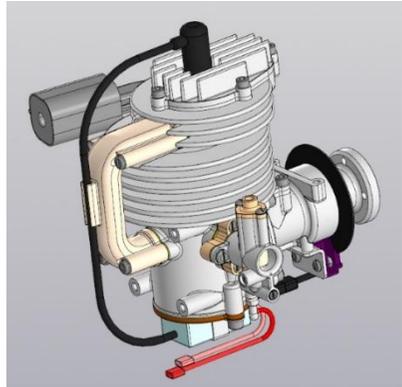


Рис.2. Двигатель 1Ч 5,5х3

Конструкция золотникового ГРМ в сочетании с кривошипно-кулисным механизмом преобразования движения позволяет создать более простой и технологичный двигатель применительно к БПЛА.

На рис.3 и 4 представлены «Взрыв-схемы» двигателя с золотниковым ГРМ и ККМ силового механизма (1Ч5,5х3) и аналога двигателя «Саито-40» с классическим клапаным ГРМ и классическим КШМ силового механизма F-50R.



Рис.3. Двигатель 1С4 5,5х3

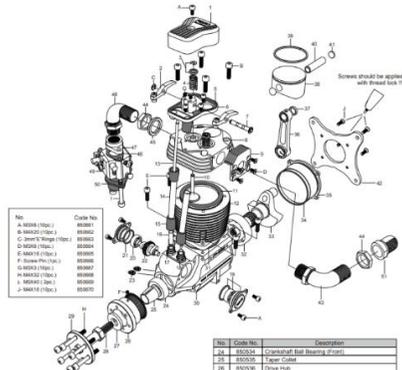


Рис.4. Двигатель F-50R

При сравнении наглядно видно, что конструкция двигателя 1С45,5х3 проще существующих конструкций 4-тактных двигателей классической схемы. Применение 4-тактных двигателей для разведывательных БПЛА обусловлено их высокой экономичностью, позволяющей обеспечивать барражирование разведывательного БПЛА до 24 часов. От применения 2-тактных двигателей отказались ещё в 2015 году при проведении НИОКР по БПЛА с гибридными силовыми установками. 2-тактные двигатели не обеспечивают требуемого времени барражирования.

Для понимания конструкции двигателя на рис. 5 и 6 представлены продольный и поперечный разрезы двигателя 1С45,5х3.

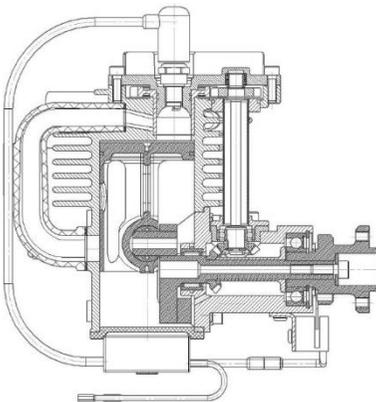


Рис.5. Разрез продольный двигателя 1С45,5х3

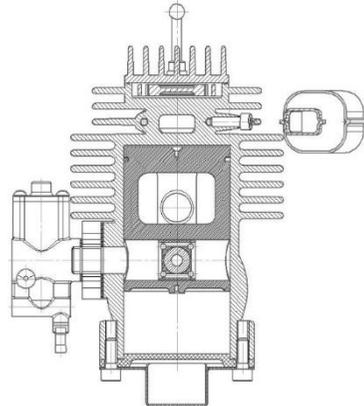


Рис.6. Разрез поперечный двигателя 1С45,5х3

На продольном разрезе показана конструкция ККМ и ГРМ, а также расположение цилиндрического золотника системы ГРМ. Представлена конструкция подпоршневого компрессора наддува с золотниковой системой газораспределения. Роль золотника, управляющего впуском и нагнетанием свежей рабочей смеси, выполняет поршень-кулиса. На поперечном разрезе показана система впуска свежей смеси, одновременно выполняющая функцию смазки и охлаждения камня кулисы и пальца кривошипа.

В настоящее время, в инициативном порядке, проводятся НИР и ОКР по опытному образцу двигателя с золотниковым ГРМ. Данный двигатель планируется использовать для УЛС (ультралёгкие самолёты) применительно к АОН (Авиация общего назначения). Мощность таких двигателей будет находиться в диапазоне 50...110 л.с. Считаем, отработка конструкции золотникового ГРМ позволит упростить конструкцию малолитражных поршневых авиационных двигателей. Также, золотниковый ГРМ позволит использовать в качестве топлива авиационные сорта керосина. При одинаковой размерности с 2-тактными двигателями, 4-тактные двигатели с золотниковым ГРМ, имеют более высокую экономичность, которая минимум в полтора раза выше, чем у 2-тактного аналога. Теплонапряжённость 4-тактного двигателя воздушного охлаждения также ниже, чем у 2-тактника. У 4-тактного двигателя с золотниковым ГРМ уровень мех. потерь в ЦПГ ниже, чем у 2-тактного двигателя аналогичной размерности. Повышенный уровень мех. потерь в ЦПГ 2-тактного двигателя, воздушного охлаждения, обусловлен значительными тепловыми деформациями гильзы цилиндра в районе выпускных и продувочных окон. У 4-тактного двигателя гильза при нагреве деформируется более равномерно. 4-тактный двигатель более полно использует энергию расширения газов, у 2-тактного часть хода поршня теряется в зоне продувочных окон (доля хода занятая продувочными окнами). Среднее эффективное давление у 4-тактного двигателя выше при-

мерно в два раза, чем у 2-тактника аналогичного по размерности. Для получения у 2-тактника близкого по значению к 4-тактнику среднего эффективного давления, применяются настроенные системы впуска и выпуска. Силовая установка, состоящая из 2-тактного двигателя с настроенными системами впуска и выпуска, имеет бо'льшие габаритные размеры чем у аналогичного по мощности 4-тактного двигателя. Ресурс 4-тактного двигателя также примерно в половину выше, чем аналогичного по мощности и размерности 2-тактника. Поэтому, для разведывательных беспилотников большого радиуса действия и времени полёта, предпочтительно применение 4-тактных двигателей.

Список литературы

1. <https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/rcv-engines/>
2. Rotary Valve 4-Stroke Engines for General Purpose Power Equipment and Unmanned Systems Brian Mason and Keith Lawes RCV Engines Limited Koichi Hirakawa KAAZ Corporatio.
3. Rotary Valve Engines by Marcus c. Inman Hunter 1946/
4. Design of a Two-Stroke Cycle Spark Ignition Engine Employing a Scotch-Yoke Crankshaft Mechanism J. David Kirk/
5. Мищенко, Н.И. Нетрадиционные малоразмерные двигатели внутреннего сгорания. т1 и т2. Донецк «Лебедь» 1998.

УДК 623.76

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ВОЗДУШНЫМ СУДАМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Михайлов А.А.,

Тальшев Н.В., канд. техн. наук, доцент

ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы противодействия беспилотным воздушным судам при обеспечении безопасности протяженных объектов, отражены возникающие проблемы и перспективы развития. Предложено для нейтрализации угроз из верхней полусферы использовать распределенную систему СВЧ-генераторов на основе фазированных антенных решеток.

Ключевые слова: охраняемый объект, периметр, беспилотное воздушное судно, СВЧ-генератор, фазированная антенная решетка, суперпозиция.

Обеспечение необходимого уровня безопасности охраняемого объекта, имеющего территорию с протяженным периметром, всегда является сложной многофакторной задачей. В современных условиях дополнительные виды угроз таким объектам создает лавинное использование средств воздействия с дистанционным управлением. Наибольшее развитие в настоящее время получило применение беспилотных воздушных судов (далее — БВС), генерирующих основную совокупность угроз со стороны верхней полусферы. Проникая на охраняемый объект, они преодолевают созданные рубежи обеспечения его безопасности с наименее защищенного направления.

Дальнейшее развитие микроэлектроники, использование ее самых новейших образцов и модифицированных алгоритмов обработки сигналов в создании систем управления БВС приводит к миниатюризации конечных изделий. Так ещё совсем недавно использование систем машинного зрения на базе анализа подстилающей

поверхности с помощью радиолокационного, оптического или лидарного сканирования было возможно только для крылатых ракет среднего и тяжелого класса, то в настоящее время данные технологии стали доступны для БВС класса мини и микро.

Всё шире при создании БВС и их модификации начали применяться методы передачи радиосигналов на базе программируемой перестройки рабочей частоты (далее — ППРЧ), с использованием шумоподобных сигналов или маскированием каналов управления и связи под стандартные каналы сетей сотовых операторов, Wi-Fi и другие. А для приема сигналов глобальных навигационных систем, передачи видеоизображения и сигналов управления устанавливаются направленные антенны.

Кроме того, в целях исключения возможности влияния на каналы связи летательных аппаратов внешних воздействий наблюдается тенденция по использованию в системах управления и передачи видеоизображения БВС класса FPV-дрон волоконно-оптических линий длиной до 10 км, что исключает применение в отношении таких устройств большого количества современных средств электронного противодействия.

Приведенное выше свидетельствует о том, что развитие технологий выдвигает новые требования к созданию средств противодействия БВС для обеспечения защиты охраняемых объектов [1]. В настоящее время к основным средствам противодействия БВС относят:

- поражение средствами противовоздушной обороны (далее — ПВО);
- поражение дроном-истребителем (камикадзе);
- постановка физических помех;
- поражение лазерным излучением или засветка оптической системы;
- воздействие средствами радиоэлектронной борьбы (далее — РЭБ);
- поражение микроволновым излучением;
- поражение электромагнитным импульсом взрывного генератора.

Стоящие на вооружении средства ПВО обеспечивают эффективное поражение БВС средних и больших размеров, поскольку их эффективная площадь рассеяния (далее — ЭПР) позволяет обнаружить данный тип воздушных судов и брать их на сопровождение

традиционным комплексами. Это практически полностью исключило из использования в зоне специальной военной операции БВС типа «Байрактар ТБ2» (рис. 1) [2].



Рис. 1. БВС «Байрактар ТБ2», пораженный комплексом ПВО

По отношению к БВС малого и мини классов современные комплексы ПВО мало эффективны. Эти воздушные суда практически не уязвимы из-за незначительности эквивалентных им радиолокационных, инфракрасных, акустических и оптических сигнатур. Также следует отметить, что создание сплошного радиолокационного поля, позволяющего обнаружить такие цели также и на низких высотах, является крайне сложной задачей, требующей вложения огромных материальных и людских ресурсов.

Поражение БВС дроном-истребителем (камикадзе) возможно, но для достижения данной цели необходимо обеспечить: всепогодность применения комплекса противодействия, быстроту реакции системы на возникшую угрозу. Кроме того, для уверенного уничтожения противника маневренность и скоростные характеристики дрона-истребителя (камикадзе) должны значительно превышать аналогичные характеристики БВС-нарушителя.

Постановка физических преград на пути дрона в виде выстреливаемых в сторону БВС, быстро разворачиваемых на его пути или стационарных тросов, сеток, лент, аэрозолей, предметов или других препятствий имеет свои преимущества в использовании, но являются в большинстве случаев защитой последней надежды. Примеры воздействия физических преград на БВС представлены на рис. 2.



Рис. 2. Воздействие физических преград на пути БВС

Вместе с тем область их применения достаточно узкая, практическое использование данных устройств ограничено скоростными характеристиками дронов и противник быстро разрабатывает способы противодействия им.

Разработка комплексов поражения БВС лазерным лучом имеет давнюю историю, но они не получили широкого распространения в регионах со сложными погодными условиями. Примеры носителей средств поражения цели лазерным лучом изображены на рис. 3.



Рис. 3. Средства поражения цели лазерным излучением

Принципиальным недостатком таких комплексов является низкий коэффициент полезного действия излучателей, большие габариты установок, их высокая стоимость, зависимость от погодных условий, сложность юстировки оптических систем, а также необходимость удержания луча лазера на маневрирующей цели. Из-за этого наиболее практичным способом воздействия на БВС является не разрушение его корпуса лучом лазера, а засветка его электронно-оптических средств наблюдения.

При этом необходимо учесть, что даже точное соосное попадание луча лазера в оптическую систему БВС противника не гарантирует его полного ослепления, а только лишь к уничтожению части светочувствительной матрицы и временной перегрузке цепей обработки оптического сигнала.

Для применения средств радиоэлектронной борьбы также существуют свои ограничения в применении, так как они не оказывают воздействия на БВС противника, следующего к цели автономно с использованием для навигации только машинного

зрения или канала связи по оптоволокну. Затруднено их использование и при организации каналов связи между дроном и оператором или другими БВС с помощью применения технологии ППРЧ, маскирования, использования шумоподобных сигналов и направленных антенн. Это приводит к снижению эффективности применения комплексов РЭБ даже против традиционных БВС нового поколения.

Приведенные выше проблемы в применении средств противодействия БВС противника, связанные с взрывным совершенствованием технологий построения дронов и их систем коммуникации, свидетельствуют, что не один из ранее описанных способов защиты от угроз из верхней полусферы не является идеальным. Современные средства поражения БВС должны по своим физическим принципам исключить возможность обхода системы безопасности с использованием рассмотренных уязвимостей.

Одним из перспективных направлений развития средств защиты от беспилотных средств как воздушных, так наземных и надводных является воздействие на электронные элементы их конструкции мощным микроволновым излучением. Внешнее электромагнитное поле, создаваемое в области нахождения БВС системой противодействия, обладая достаточной напряженностью, наведет на элементах электронных схем устройства напряжение пробоя или перегрузки. При этом модуляционные составляющие высокочастотного сигнала могут вносить сложноустраняемые искажения в передаваемые информационные сообщения.

При создании данных систем обеспечения безопасности объектов генераторы микроволнового излучения могут быть реализованы как на базе электровакуумных приборов, так и на базе полупроводниковых элементов. При этом диапазон мощности непрерывного излучения обычно находится в диапазоне 10 – 100 кВт.

В настоящее время наиболее известными военными реализациями комплексов с такими генераторами, рассчитанные на дальности частичного нарушения функционирования более 20 км, а эффективного поражения – около 7 км, являются: «Ранец-Э» (Московский радиотехнический институт РАН) и «Phaser» (компания «Raytheon» США) [3]. Их внешний вид представлен на рис. 4.

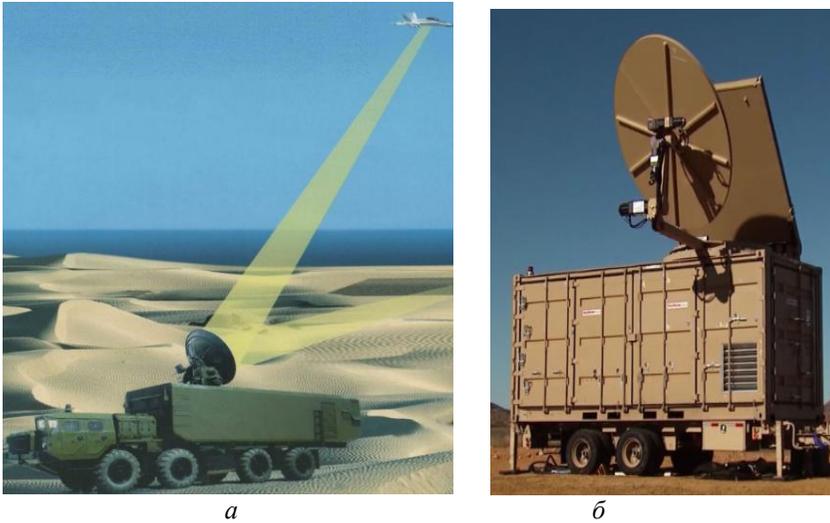


Рис. 4. Внешний вид комплексов: *а* – «Ранец-Э»; *б* – «Phaser»

Данные военные комплексы имеют большие габариты и обладают огромной излучаемой мощностью (500 МВт в импульсе). Использование их в системе безопасности особо важных объектов и тыловой инфраструктуры с протяженными периметрами, особенно вблизи населенных пунктов в большинстве случаев является не целесообразным.

Для обеспечения защиты подобных объектов от угроз со стороны беспилотных средств нападения предлагается использовать распределенную систему размещения СВЧ-генераторов на периметре охраняемой территории. Поскольку затухание СВЧ энергии в свободном пространстве носит нелинейный характер и в дальней зоне напряженность поля от расстояния R имеет вид $\exp(-j\beta R)/R$ [4], то можно использовать на объекте микроволновые генераторы небольшой мощности. При этом средняя мощность каждого из таких излучателей при учете выборочного суммарного возбуждения может находиться в диапазоне 10 - 20 кВт, что для стационарного объекта, имеющего постоянную линию электропитания, обеспечить не сложно.

Одновременное использование для воздействия на БВС нескольких управляемых элементов излучающей системы в условиях

обеспечения принципа суперпозиции приходящих с разных направлений к месту возможного нахождения цели высокочастотных сигналов позволяеткратно увеличить итоговую мощность электромагнитного облучения и увеличить зону гарантированного нарушения функционирования или уничтожения электронных систем дрона противника. Так как расстояния при размещении на периметре территории охраняемого объекта между излучателями на несколько порядков больше длины волны несущего сигнала, то классическое представление об их совокупности как о линейной излучающей системе в данном случае не применимо и антенны СВЧ-генераторов рассматриваются как самостоятельные источники излучения.

Для формирования заданных значений угол отклонения диаграмм направленности антенн используемых микроволновых генераторов, а также для оперативного управления ими, в качестве излучателей предлагается использовать фазированные антенные решетки (далее — ФАР). Схема размещения ФАР СВЧ-генераторов на периметре охраняемого объекта территориального типа представлена на рис. 5.

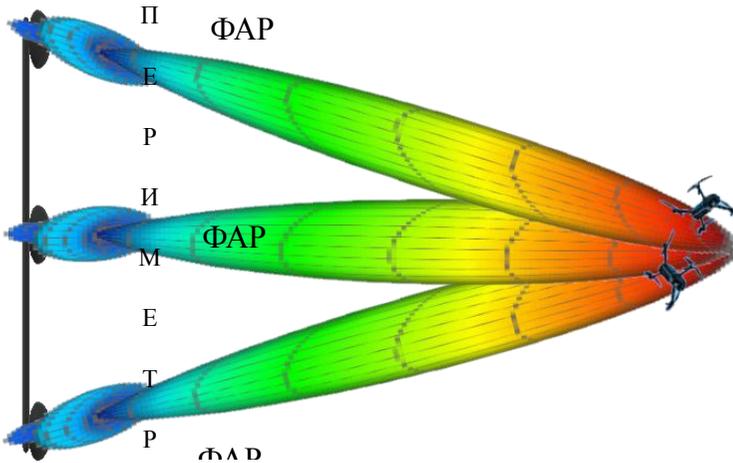


Рис. 5. Схема размещения ФАР СВЧ-генераторов на периметре объекта

Достоинством комплексов с ФАР является возможность электронного амплитудно-фазового управления диаграммой направленности антенны, а также формирования сразу нескольких лучей, что может быть востребовано при одновременном возникновении нескольких угроз с различных углов атаки и направлений [5]. Кроме того, если к генераторам высокочастотного излучения с антеннами в виде фазированных решеток добавить приемники, то в итоге получится традиционная радиолокационная система, которая в режиме обнаружения целей может работать с умеренной мощностью. При обнаружении воздушного судна данная система противодействия должна переходить в режим импульсного модулированного излучения максимальной мощности с отключением или снижением уровня усиления сигнала в принимающем канале.

Недостатком таких комплексов, построенных на основе активной ФАР, является их высокая цена и ограничение угла отклонения луча величиной в 60° . Поэтому в качестве излучателей СВЧ-генераторов могут найти свое применение иные конструктивные решения в виде других типов антенн, позволяющих обеспечить заданные диапазоны плоскостного амплитудно-фазового распределения, позволяющие качать главный лепесток диаграммы направленности в требуемых пределах.

Следует отметить, что с ростом плотности компоновки электронных элементов на платах повышается эффективность воздействия на них СВЧ излучения, поэтому микропроцессор управления, передачи видеосигнала, связи, приемник глобальных навигационных и других систем будут в первую очередь подвержены разрушающему и искажающему воздействию.

Вместе с тем это не означает, что традиционные средства, в частности РЭБ, должны исключаться из общей системы безопасности. Так если не подавлять сигналы глобальных навигационных систем, то будут проводиться атаки простейшими БВС и FPV-дронов. Аналогично будет происходить при исключении других элементов противодействия, без которых, казалось бы, можно уже обойтись. Противник для реализации своей угрозы воспользуется любой уязвимостью, которая будет ему оставлена.

Поэтому идеальный комплекс обеспечения безопасности охраняемого объекта должен быть полноценным и включать в себя

комплексную систему многофакторного обнаружения, сопровождения и подавления беспилотных средств и состоять минимум из:

- средств радиотехнической разведки;
- радиолокационной системы обнаружения;
- оптикоэлектронных средств обнаружения БВС, в том числе имеющих тепловизионный канал;
- средств радиоэлектронной борьбы;
- СВЧ-генераторов подавления дронов;
- средства инженерно-технического укрепления объекта.

Все большее распространение беспилотных средств, использующих машинное зрение, искусственный интеллект, оптоволоконные кабели связи и управления, накладывает новые жесткие требования к созданию систем обеспечения безопасности. В этих условиях применение микроволновых генераторов с распределенной системой размещения управляемых ФАР для защиты объектов и их территорий от угроз поражения с помощью современных дронов микро и мини класса видится одним из перспективных направлением развития средств противодействия.

Список литературы

1. Николаев, В.А. Построение системы противодействия БАС на объектах критической инфраструктуры /В.А. Николаев, А.А. Михайлов // Эксперт транспортной безопасности. – 2023. – С. 46-51.
2. Кулешов, А. Ударный беспилотник. Турецкий беспилотный авиационный комплекс военного назначения «Байрактар-ТБ2» /А. Кулешов, В. Гумелев, А. Шудря / Армейский сборник. – 2022. – № 3. – С. 192-207.
3. Макаренко, С.И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам: монография /С.И. Макаренко. – Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2020. – 149 с.
4. Головкин, А.А. Устройства СВЧ и антенны / А.А. Головкин, Е.П. Петров, Н.В. Талышев. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2006. 220 с.
5. Шишлов, А.В. Активные фазированные антенные решетки – состояние и тенденции развития /А.В. Шишлов, В.В. Денисенко, Б.А. Левитан, С.А. Топчиев, АМ. Шитиков // Журнал радиоэлектроники. – 2023. – № 1. – С. 1-45.

УДК 629.7.05

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РОЯ. ЗАДАЧИ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

Багаев Д.В., канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

*Совалов Р.В., генеральный директор
ООО «СОВИНТЕГРА»*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности управления группой беспилотных летательных аппаратов (роем), процесс построения жизненного цикла роя и методы организации взаимодействия в рое при выполнении различных задач.

Ключевые слова: рой, беспилотные летательные аппараты; нейросеть.

Введение

В википедии слово «Рой» имеет следующее определение – вереница, множество кого-чего-нибудь – пчёл, других насекомых, мыслей (в переносном значении).

Если рассматривать рой в контексте автоматизированных систем, то стоит расширить данное определение:

Рой – это множество объектов, взаимодействующих между собой и совместно выполняющих общую задачу.

Если рассматривать жизненный цикл роя, то его можно разделить на 3 стадии:

1. Создание (рождение) роя;
2. Жизнь роя.
3. Распад (смерть) роя.

Стадия создания (рождения) роя

На этапе создания, из разрозненных независимых, не связанных между собой объектов должно получиться множество объектов,

взаимодействующих между собой и совместно выполняющих общую задачу, то есть по определению, данному выше, должен получиться Рой.

На этапе создания роя должны быть решены следующие задачи:

1. Задача коммуникаций. Все объекты в рое должны определить, какой протокол будет использоваться для взаимодействия, в том числе определить механизмы защиты.

2. Задача доверия. Необходимо убедиться, что все устройства, претендующие на вхождение в рой, являются доверенными или им можно доверять. Так же, не допустить в рой заведомо не доверенных или скомпрометированных объектов.

3. Задача выбора лидера. В момент создания роя должен быть определён лидер, который будет координировать действия всего роя, а также должен быть определён протокол выбора нового лидера, в случае утери существующего.

Решение задачи коммуникаций должно предусматривать обеспечение стабильного канала с достаточной полосой пропускания, устойчивого к помехам.

По аналогии с сетевыми технологиями решение задачи коммуникаций можно разделить на следующие подзадачи:

- Обеспечение физического канала обмена информацией с учётом среды передачи информации;
- Обеспечение протокола передачи пакетов по физическому каналу с учётом пропускной способности канала и участников обмена информацией;
- Обеспечение сессионности передачи большого объёма информации (создание сессий для гарантированной передачи большого объёма данных) с учётом требования гарантий доставки данных и с учётом работы в многоклиентской среде.

Для обеспечения физического канала стоит предусмотреть различные варианты физической среды передачи данных, например, можно использовать как минимум 3 физические среды:

- Электромагнитные волны – стандартный канал обмена данными. Обладает большим количеством уже готовых аппаратных модулей и используется в большом количестве современных электронных устройств.

- Световой диапазон – менее распространённый способ передачи данных. Для обеспечения вещания по всем направлениям – требует разработки специфичных аппаратных решений.

- Ультразвуковой диапазон – специфичный способ обмена данными. Требуется разработки новых устройств.

Каждый из предложенных вариантов физической среды имеет свои особенности:

Параметр	Электромагнитный диапазон	Световой диапазон	Ультразвуковой диапазон
Помехоустойчивость	Низкая (существует большое количество «глушилок» и различные металлические конструкции вносят помехи)	Средняя (в зависимости от светового диапазона могут быть влияния внешней среды)	Средняя (требуется дополнительного изучения)
Дальность передачи	Высокая (в зависимости от реализации до нескольких десятков километров)	Средняя (до нескольких сотен метров)	Низкая (до нескольких десятков метров)
Скорость	Высокая	Высокая	Низкая
Реализация (наличие готовых решений)	Существует большое количество аппаратных реализаций	Существуют небольшое количество реализаций для передачи данных точка-точка. Требуется разработка устройств для работы многоточка-многоточка.	Требуется разработка устройств для работы многоточка-многоточка.

Если электромагнитный диапазон уже довольно-таки хорошо изучен, с точки зрения среды передачи данных, то световой и ультразвуковой диапазон требуют дополнительного изучения.

На этапе создания роя все потенциальные члены роя должны определиться, какую физическую среду они будут использовать и порядок перехода на другую среду, в случае невозможности обмена данными с использованием основной сред, многие из алгоритмов приведены в источниках [1-5].

Момент выбора среду может осуществляться с самого медленного и наименее дальнобойного варианта в сторону наиболее быстрого и более дальнобойного.

Например, сначала все потенциальные участники роя начинают общение в ультразвуковом диапазоне, после чего переходят на световой диапазон и затем переходят на электромагнитный диапазон. В случае, если все участники роя поддерживают все доступные среды, то по умолчанию выбирается наиболее скоростная и дальнобойная среда. В случае, если часть потенциальных участников роя не поддерживает какие-либо среды, то должно приняться одно из следующих решений:

Участники, не поддерживающие какую-либо среду передачи данных, не включаются в рой;

Для общения с участниками, не поддерживающие какую-либо среду передачи данных, используется другая среда передачи данных (фактически дублирование информации в разных средах), что более энерго затратно и в случае большого объёма передачи информации, может быть передана не вся информация;

Все потенциальные участники роя используют только те среды, которые поддерживают все участники.

После выбора среды для передачи данных необходимо определиться с протоколами передачи данных. Для каждой среды, данные протоколы будут иметь свою специфику. При разработке протоколов можно ориентироваться на стандартные сетевые протоколы, но их необходимо модернизировать с учётом специфики и объёма данных, передаваемых между участниками роя.

Решение задачи доверия должно подразумевать, что при создании роя все участники должны доверять своим соседям по рою, то есть информация, получаемая от соседей по рою, должна вос-

приниматься и обрабатываться как потенциально корректная и не содержащая вредоносных компонентов.

Доверие между участниками необходимо, чтобы защитить рой от внешнего воздействия, то есть чтобы какой-либо участник роя, не разрушил рой, передавая неверные данные или искажая передаваемые другими участниками роя данные.

Доверие может быть установлено с помощью третьей стороны, например, всем участникам роя заранее может быть выдан третьей стороной некий «секрет», который гарантирует, что данный участник не несёт угрозу рою.

Доверие может быть историческим, то потенциальные участники роя начинают доверять друг-другу, если ранее участники уже доверяли друг другу, например, при создании предыдущего роя.

Доверие может быть транзитивным, то есть если участник А доверяет участнику В и участник В доверяет участнику С, то А будет доверять участнику С.

Решение задачи выбора лидера должно обеспечивать выбор «матки» роя, то есть участника, который будет координировать действия роя. При этом, на стадии жизни роя, лидер может быть заменён.

Алгоритмы выбора лидера могут быть различными, важно, чтобы все потенциальные участники роя использовали один и тот же алгоритм.

В качестве алгоритма выбора лидера можно использовать следующий алгоритм (рис. 1):

1. Все потенциальные участники роя выбирают среду для обмена информацией и установления доверия, посчитывают примерное количество потенциальных участников роя M . Точное количество не очень важно для данного алгоритма.

2. Каждый потенциальный участник роя генерирует псевдослучайное число от 1 до M и затем все участники обмениваются сгенерированным числом.

3. Далее подсчитывается количество сгенерированных одинаковых чисел, выбирается число K , которое было сгенерировано наименьшим количеством участников.

4. Если чисел K несколько, то выбирается наибольшее число K .

5. Если число K сгенерировал 1 участник, то он становится лидером.

6. Если число K сгенерировали 2 участника, то они опять генерируют случайное число и лидером становится тот, который генерирует наибольшее число.

7. Если число K сгенерировали более 2-х участников, то алгоритм повторяется среди участников, которые сгенерировали K .

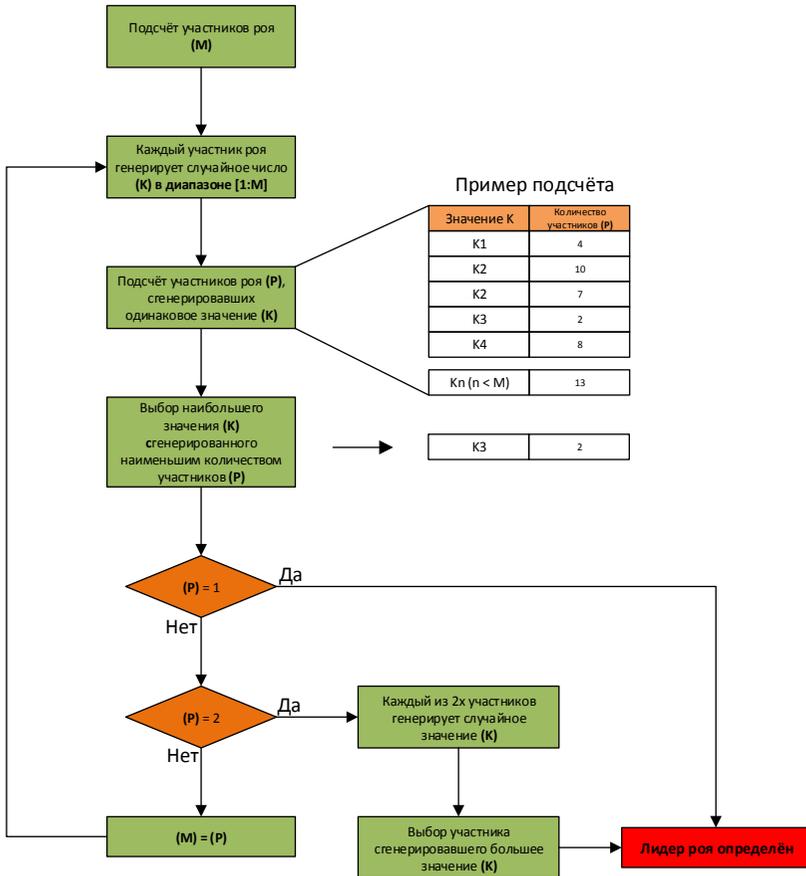


Рис. 1

Алгоритм выбора лидера может быть более сложным.

Также в некоторых случаях лидер может назначаться третьей стороной, например, «центром управления» роем.

После создания роя он переходит на стадию жизни роя.

Стадия жизни роя

Стадия жизни роя подразумевает под собой следующие действия, которые происходят внутри роя, для выполнения поставленной задачи:

1. Исполнение команд – выполнение поставленной задачи. При этом выполнение может осуществляться как автономно (в автоматическом режиме, без участия человека), так и с удалённым управлением (автоматизировано, с участием человека);

2. Взаимная идентификация объектов в рое. Для поддержания взаимного доверия между объектами в рое необходимо проводить взаимную идентификацию между коммуницирующими объектами. При этом установление доверия может производиться как в момент создания роя, так и в процессе жизни роя.

3. Общение внутри роя. Все объекты должны иметь консистентную информацию в течение определённого времени. То есть все объекты роя должны обмениваться информацией. Обмен информацией должен быть таким, чтобы информация была доведена до каждого объекта в рое, но при этом, не было единой точки отказа, учитывались среда и протоколы, используемые для передачи информации и другие факторы, которые необходимо нивелировать для обеспечения работоспособности роя.

4. Передача данных на «центр управления» для обогащения имеющихся данных. Например, передача данных о местности, степени заражения окружающей среды, изменениях окружения и так далее, для обработки этой информации в «центре управления»;

5. Принятие в рой новых объектов. При необходимости увеличения количества объектов в рое, должен быть предусмотрен механизм присоединения к рою. Данный механизм должен содержать ряд ограничений, так как должен работать в рамках принятых протоколов и стандартов безопасности, принятых на этапе создания роя;

6. Удаление из роя объектов. Причин для удаления объектов из роя может быть несколько:

- Объект не отвечает в течение установленного времени. Необходимо предусмотреть механизм выведения подобного объекта из роя;

- Объект проявляет подозрительную активность (например, сломан или скомпрометирован). Должен быть предусмотрен механизм выведения данного объекта из состава роя.

- Жертвование объектом. В некоторых случаях необходимо пожертвовать объектом роя, чтобы спасти сам рой. В таком режиме жертва получает задачу для единоличного выполнения и прерывает связь с роем.

7. Подсчёт объектов в рое. Для оценки возможности выполнения задачи необходимо контролировать количество объектов в рое. Например, для задачи покрытия территории обозначенной площади свя-зью, необходимо рассчитать минимальное количество объектов роя.

Так же одной из задач роя является задача перевыбора лидера, например, в случае выхода текущего лидера из строя, или по заранее заданному тайм-ауту.

Для перевыбора лидера можно использовать тот же алгоритм, который использовался для выбора лидера на этапе создания роя.

Стадия распада (смерти) роя

При расформировании роя должны быть произведены следующие действия:

1. Информация обо всех удалённых и потерянных объектах должна быть передана в «центр управления», для дальнейшей обработки (внести объекты в список скомпрометированных).

2. Журналы событий со всех объектов должны быть переданы в «центр управления». Все внутренние события самого объекта и информация о внешнем окружении должна быть передана в «центр управления».

3. Каждый объект должен быть сброшен в начальное состояние, то есть вся информация об участие в рое должна быть удалена с объекта. Объект должен быть приведён в состояние готовности к этапу создания нового роя.

4. После распада роя необходимо проанализировать все собранные данные, для оптимизации алгоритмов, используемых на каждом

этапе жизни роя. Так же полученные данные могут быть использованы в качестве исходных данных для обучения нейросети, которая в дальнейшем может быть использована для управления роем.

Заключение

В заключение следует сказать, для решения задачи управлением роем в условиях динамических, заранее неопределённых сред наиболее целесообразно использовать децентрализованные или иерархические системы, реализующие стратегии коллективного или стайного управления.

Список литературы

1. Moore B.J., Passino K.M. Distributed Coordination Strategies for Wide-Area // *Patrol. JIntellRobotSyst.* 2009. Vol 56. P. 23-45.
2. Бычков, И.В. Ситуационное управление группировкой автономных подводных роботов на основе генетических алгоритмов / И.В. Бычков, Н.Н. Максимкин, А.Е. Хмельнов, М.Ю. Кензин, Л.В. Киселев, А.В. Инзарцев // *Подводные исследования и робототехника.* – 2009. – № 2/8. – С. 34-43.
3. Tanner H.G., Pappas G.J., Kumar V. Leader-to-formation stability // *IEEE Transactions on Robotics and Automation.* 2004. Vol. 20. Issue 3. P. 443-455.
4. Норсеев, С.А. Обзор алгоритмов группового управления / С.А. Норсеев, Д.В. Багаев // *Современные проблемы математики, механики, информатики: сб. тезисов докладов междунар. школы конф. «Тараповские чтения-2013» / под ред. Н.Н. Кизиловой, Г.Н. Жолткевича.* – Харьков: Изд-во «Цифровая типография № 1», 2013.
5. Qiang D., Emelianenko M., Ju L. Convergence of the Lloyd algorithm for computing centroidal Voronoi tessellations // *SIAM Journal on Numerical Analysis* 44. 2006.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лаврищева Е.Е. Предисловие.....</i>	3
<i>Секция 1. ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО СТВОЛЬНОГО ОРУЖИЯ И БОЕПРИПАСОВ ...</i>	6
<i>Матросов А.Е., Житников Ю.З., Житников Б.Ю., Лошкарёв А.А. РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МНОГОШПИНДЕЛЬНОГО ГАЙКОВЁРТА НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РАБОТЫ</i>	6
<i>Мурзина О.В., Борисов А.П., Зеленица П.С. ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТВОЛЬНОГО ОРУЖИЯ...</i>	13
<i>Соколик Н.Л., Архипов Д.С. МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОМАШИНА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ .</i>	16
<i>Соколик Н.Л., Монахов Е.А. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ</i>	21
<i>Соколик Н.Л., Матанов И.А. ИЗМЕНЕНИЕ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ</i>	24
<i>Секция 2. РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИВОДОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....</i>	28
<i>Алиев А.Р. К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ.....</i>	28

<i>Пузанов А.В., Амельченко И.Р.</i> МИНИАТЮРНЫЙ ГИДРО- ПРИВОД С ПРЕДОПРЕДЕЛЕННЫМ ЗАКОНОМ УПРАВЛЕНИЯ.....	38
<i>Артемов В.В., Чурзин Д.А.</i> НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ЭЛЕКТРО- ПРИВОДА ДЛЯ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ СПЕ- ЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	43
<i>Даршт Я.А.</i> РАСЧЁТЫ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ.....	50
<i>Камшилина И.А.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОНКО- СТЕННЫХ КОРПУСНЫХ ИЗДЕЛИЙ АГРЕГАТОВ ПНЕВ- МОАВТОМАТИКИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.....	54
<i>Киржаев А.М., Овчинников Н.А.</i> РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВО- ДА СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЗРК МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ.....	57
<i>Кузнецова С.В.</i> МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪ- ЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	64
<i>Кутузов В.К., Пузанов А.В.</i> МЕТОД ПОНИЖЕНИЯ ПОРЯДКА ДЛЯ МОДЕЛИ НЕЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ.....	70
<i>Бакаев Н.В., Балунев А.В., Литвинченко М.С., Карпенков А.С.</i> ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЭКЗОСКЕЛЕТ.....	78
<i>Логинов П.А., Алексеенков А.С.</i> ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ КОМПОНЕНТОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ КРЫЛА САМОЛЕТА...	84

Брындин Д.И., Матвеев С.В. МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТАНОВКИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТВЕРДОСТИ МАТЕРИАЛА.....	101
Матросов А.Е., Житников Ю.З. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В СИММЕТРИЧНОЙ ОБОЛОЧКЕ.....	106
Пузанов А.В., Бабкин А.В., Векшина Т.М., Дудникова В.А. МОДЕЛЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ИНЕРЦИОННОГО ОБЪЕКТА С УЧЕТОМ УПРУГОСТИ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ.....	109
Редькин А.А., Мартынов О.В., Карпенков А.С. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДАННЫХ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.....	114
Рожков А.Н. ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ.....	120
Симаков А.Л. ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ АДАПТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ.....	129
Скляр А.А. БИОНИЧЕСКИЕ ПРОТЕЗЫ РУК	133
Филин А.Е., Халатов Е.М. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ИЗДЕЛИЙ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ.....	137
Халатов Е.М., Тимофеев Ю.М. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РАСЧЕТОВ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ.....	145
Шушарин К.О. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	153

<i>Ахмадалиев Б.М., Карпенков А.С.</i> ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ АДАПТИВНОЕ ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	161
<i>Кузнецов Н.А.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЯЧЕЙКИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО РАСХОДОМЕРА КОМПОНЕНТОВ НЕФТЯНОГО СКВАЖНОГО ФЛЮИДА.....	167
Секция 3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ НУЖД ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	173
<i>Лаврищева Е.Е.</i> КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ.....	173
<i>Даршит Я.А.</i> МЕТОДИКА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ В ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ	180
<i>Зяблицева О.В., Котов В.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ОПК	184
<i>Котов В.В., Зяблицева О.В.</i> ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ОПК	191
<i>Люблинский М.С., Желтова Н.М.</i> БИЗНЕС И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КВАЛИФИЦИРОВАННОГО КАДРОВОГО РЕЗЕРВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ	196
<i>Щурилов А.В.</i> ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР КАК БАЗА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА	200

Фёдоров А.Ф. ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	205
Фёдоров А.Ф., Суслов Ю.Е. К ВОПРОСУ УСПЕШНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	210
Фёдоров А.Ф., Жаринова Е.Н. ОСОБЕННОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.	215
Абрахина Г.Н. ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	220
Чернова О.В. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГИБКИХ НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	226
Федоровых Г.А., Романенкова Д.В. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫМИ КАДРАМИ ОРГАНИЗАЦИЙ ОПК В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПСИХОЛОГИИ МЕНЕДЖМЕНТА	231
Беспалова А.В. МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ В СТРЕССОВЫХ СИТУАЦИЯХ	235
Быкова А.В., Зекина М.А. ВОЕННЫЙ ДИСКУРС НА ЗАНЯТИЯХ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В ГРУППАХ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 17.05.02.	239
Опрятнова Ю. Г. РАБОТА С ТЕКСТАМИ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ КАК СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	246

Секция 4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ, НАЗЕМНЫХ И МОРСКИХ СИСТЕМ. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ	252
<i>Гусев Д.С., Кудряшов Р. А.</i> СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА	252
<i>Кочеткова Н.А., Хрусталёв П.Е.</i> ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ НА ДОСТУПНОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ И НАСТРОЙКИ ПОЛЕТНОГО КОНТРОЛЛЕРА БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	255
<i>Кириянов О.К., Хрусталёв П.Е.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ АВИАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ	261
<i>Еришков М.Н., Солохин С.А.</i> ЛАЗЕРНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ СИНЕГО СПЕКТРАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ ПОДВОДНОГО БАЗИРОВАНИЯ	266
<i>Замятин А.Ю., Толстиков А.В.</i> ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ЕДИНОЙ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	271
<i>Замятин А.Ю., Толстиков А. В.</i> ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ И СРЕДСТВАМ БОРЬБЫ С БЕЗЭКИПАЖНЫМИ КАТЕРАМИ	282
<i>Байгутлина И.А., Солохин С.А., Кузнецов Н.А., Ростовцев Р.М.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	291
<i>Замятин П. А., Солохин С.А., Кузнецова С.В., Хрусталев П.Е., Ростовцев Р.М.</i> ПРОЕКТ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «КОВРОВЕЦ-01»: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ	300

<i>Байгутлина И.А., Замятин П. А., Смышников Р.В., Пшеничный С.А., Пронин С.Р., Шепелев А.Е.</i> МЕЖДУНАРОДНЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СЕРВИСА ОЦЕНКИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, ВКЛЮЧАЯ БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	307
<i>Замятин В.Ю., Конотопова М. О., Солохин С.А., Кузнецова С.В., Барабанова Л.П., Хрусталева П.Е.</i> УЧЁТ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ ПРИ ОЦЕНКЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	317
<i>Конотопов П.Ю.</i> ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТНО-КООРДИНАЦИОННОГО ЦЕНТРА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КООПЕРАЦИИ.....	326
<i>Shuqiao Zhou (Чуцяо Чжоу).</i> РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ	337
<i>Костенко А.Г., Юнусов Ш.Н., Черепанов И.Е.</i> ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ 1С 5,5Х3 ДЛЯ БПЛА ТИПА «ОРЛАН-10»	345
<i>Михайлов А.А., Талышев Н.В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ВОЗДУШНЫМ СУДАМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	350
<i>Багаев Д.В., Совалов Р.В.</i> ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РОЯ. ЗАДАЧИ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ.....	360

Научное издание

**Международная научно-техническая
и научно-методическая конференция,
посвящённая 150-летию конструктора-оружейника
Владимира Григорьевича Федорова –
родоначальника отечественного автоматического
стрелкового оружия**

Печатается в авторской редакции

*Ответственный редактор
Компьютерная верстка*

*Е.Ю. Дианова
Т.А. Гордеевцевой
М.В. Новиковой*

Изд. лиц. № 020354 от 05.06.97 г. Подписано в печать 07.10.2024г.
Формат 60x84/16. Бумага писчая № 1. Гарнитура «Таймс». Печать
офсетная. Усл.- печ. л. 21,85. Уч.-изд.л. 21,92. Тираж 300 экз.
Заказ № 1272.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ковровская государственная технологическая академия
имени В.А. Дегтярева»
601910, г. Ковров, ул. Маяковского, 19*