

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

АРЗАМАССКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННИКОВ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ г. АРЗАМАСА

Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации

*Сборник статей по материалам
VI Всероссийской научно-практической конференции*

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексева, 2020

Нижний Новгород 2020

УДК 338: 316: 34
ББК 65+60+67
С 692

Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации: межвузовский сборник статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции / Электрон. дан. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2020. – 1 электрон. диск (CD-ROM): зв., цв., 12 см. – Систем. требования: ПК с процессором 486; ОЗУ 8 Мб.; операц./ система Windows 95; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана. – 200 экз.

Настоящий сборник включает в себя статьи студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей высших учебных заведений, руководителей и специалистов предприятий ОПК, основанные на докладах VI Всероссийской научно-практической конференции «Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации», прошедшей 14-15 апреля 2020 г. в г. Арзамасе. Среди авторов – молодые ученые из городов Арзамас, Жуковский, Владимир, Москва, Нижний Новгород, Саров и др. Статьи отражают актуальные проблемы социально-экономического и технического развития современного оборонно-промышленного комплекса России.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

канд. экон. наук, доц. Е.Г. Моисеева (отв. редактор),
канд. ист. наук, доц. И.В. Филипчук,
канд. тех. наук, доц. М.В. Кангин,
канд. тех. наук, доц. А.А. Гуськов

Редактор **Е.В. Комарова**

Электронное издание подготовлено ЦДОТ НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
компьютерная верстка **Т.П. Новикова**

ISBN 978-5-502-01336-9

Адрес издающей организации:

НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24

© **Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2020**

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Лавричев О.В., Гусева И.Б.</i> Необходимость развития кластерного подхода в рамках диверсификации ОПК РФ.....	6
<i>Глебов В.В., Куманеев М.А., Кангин Е.М.</i> Анализ технических, функциональных и эксплуатационных характеристик существующих и разрабатываемых экзоскелетов.....	13

1 СЕКЦИЯ

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС: ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

<i>Коршунов Е.С., Архипова А.В.</i> История развития отечественного оборонно-промышленного комплекса.....	18
<i>Пакишина Н.А.</i> Казанские предприятия И.И. Алафузова и их роль в обеспечении нужд российской армии.....	23
<i>Пакишина Н.А., Натейкин Д.В.</i> Страницы истории технического образования России (на примере создания Арзамасского политехнического института).....	28
<i>Субботина И.А., Кудряшова Е.А, Ота Д.</i> Историческая ретроспектива подготовки первого отряда космонавтов в СССР.....	34
<i>Филипчук И.В.</i> Достижения и просчеты научно-технической революции в СССР.....	37

2 СЕКЦИЯ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК

<i>Борискова Л.А., Бычкова Н.С.</i> Особенности проектов технического перевооружения инновационно-активных предприятий ОПК.....	42
<i>Глебова О.В., Симонов А.В., Грачева О.В.</i> Процедура управления проблемами проектов по разработке и внедрению программных продуктов в рамках обеспечения стратегии диверсификации на отечественных оборонных предприятиях.....	46
<i>Гришина О.В.</i> Повышение значимости курса физики – основа успешного развития профессионалов будущего.....	50
<i>Далёкин П.И.</i> Разработка системы показателей оценки инновационного потенциала предприятия на основе системного подхода.....	54
<i>Моисеева Е.Г.</i> Роль предприятий ОПК в развитии промышленности Нижегородской области.....	59

Филипчук И.В. Особенности развития инженерного мышления современных студентов технического вуза.....	63
Дмитриев Ю.А., Лачина Т.А., Чирков М.А., Чистяков М.С. Технологии двойного назначения в формировании кластерного формата инновационной платформы промышленного потенциала России.....	70

3 СЕКЦИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПК

Антонов Р.М., Рябов А.С., Тураджев Р.Э., Денисов С.И. Разработка интеллектуальной системы обеспечения микроклимата при выращивании растений.....	75
Блохин Д.Г., Улюшкин А.В. Разработка приемного устройства спутниковой навигации.....	78
Березкин В.С., Шурыгин А.Ю. Система шлифования хрупких неметаллических материалов в режиме квазипластичного резания.....	83
Дурнов Д.В., Гуськов А.А. Разработка автономного мобильного робота.....	87
Жидкова Н.В., Мельникова О.Ю. Возможности использования облачных вычислений на предприятиях оборонно-промышленного комплекса.....	90
Кабанов Д.Е., Карасева Т.В. Исследование системы раннего предупреждения близости земли с целью повышения надежности и безопасности полетов.....	94
Клочкова П.М., Прис Н.М., Субботина И.А. Сокращение сроков технологической подготовки производства за счет использования групповой технологии.....	98
Козырь А. С., Пичугин Н.С. Проблемы возникающих вибраций и пути их устранения при использовании концевой фрезы с высокой рабочей частью при обработке элемента «карман» на станке с ЧПУ.....	103
Корнилов А.В., Корчагин К.С. Измеритель высотно-скоростных параметров для малой гражданской авиации.....	107
Кузнецов И.А., Лазарева Е.И. Разработка устройства для переработки вторичного сырья ПЭТ-бутылок в филамент для 3D-принтера.....	112
Курненьков А.В., Шурыгин А.Ю., Глебов В.В., Березкин В.С. Установка для разделения алмазного порошка по форме и размеру зерен.	116
Лобань Е.О., Суворова И.О. Методика оценки нулевого сигнала ДНГ ДП на АСК.....	119
Маркеев Н.В., Волков Н.В., Попов Д.В. Уменьшение погрешности от перекрестных связей в динамически настраиваемом гироскопе, работающем в режиме датчика угловых скоростей.....	126
Морокова М.Е., Гайнов С.И. Исследование температурной стабильности интегральных акселерометров.....	130

Пичугин Н.С., Куманеев М.А., Кангин Е.М. Разработка многоместного быстрозажимного приспособления для станка с ЧПУ.....	135
Платонов А.В., Щеглетов К.А., Коршунов Е.С., Киселёва А.В. Исследование закономерностей в оформлении материалов заявки на полезную модель при новых правилах.....	137
Сазанов Н.Н., Обухов В.И. Модернизация индикатора жизнеобеспечения высотного самолета.....	144
Смылова Д.С., Миркин Б.А. Автоматизация контроля электронного блока.....	149
Трухманов Д.В. Функция бинарного сложения в нейронной сети.....	153
Хапов С.В. Исследование причины возникновения дрейфа нуля ДУС-300Т при динамических нагрузках.....	157
Шабашов А.А. Разработка алгоритма оценки угла сноса ветром беспилотного летательного аппарата.....	162
Яковлев М.И., Гаврилов А.А. Анализ влияния геометрии упругих подвесов на динамические характеристики чувствительного элемента.....	166

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗВИТИЯ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА В РАМКАХ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ОПК РФ

О.В. Лавричев¹, И.Б. Гусева²

¹*Председатель Совета директоров АО «АПЗ им. П.И. Пландина»*

²*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Проведен анализ развития кластерного подхода в рамках диверсификации продукции оборонно-промышленного комплекса (ОПК), обозначены основные проблемы, намечены пути их решения.

Ключевые слова: кластеры, ОПК, диверсификация, конкурентоспособность, госзаказ, продукция.

В настоящее время диверсификация ОПК становится приоритетным направлением промышленной политики РФ на ближайшие 10-15 лет [3]. Осуществление процессов диверсификации напрямую зависит от эффективности реализации инвестпроектов в сфере ОПК государственными и частными компаниями, от привлечения инвестиций в проекты по производству продукции двойного назначения, а также от увеличения объемов продаж продукции гражданского назначения в краткосрочной и среднесрочной перспективе.

Основными группами рисков реализации процессов диверсификации ОПК являются:

а) макроэкономические риски, проявляющиеся, в первую очередь, в инфляции, отражающей общую ситуацию в экономике РФ;

б) финансовые риски, проявляющиеся в форме потери доходов, неудовлетворительных для текущего финансового положения многих промышленных предприятий ОПК; нивелирование данного риска возможно за счет разработки и реализации различных программ льготного заемного финансирования [7];

в) производственные риски, вытекающие из технологической составляющей устаревшей материально-технической базы (МТБ) оборонных предприятий, периодически требующие единовременных средств на поддержание оборудования и технологий в соответствующем рабочем состоянии; невозможность приобретения относительно дешёвого отечественного оборудования приводит к сильной зависимости реализации новых проектов от трансфера зарубежных технологий;

г) прочие виды рисков [1].

Согласно поручению В.В. Путина на очередной встрече с руководством Министерства обороны и представителями предприятий ОПК, перед отечественной оборонной промышленностью 13.09.2015 г. была поставлена задача увеличить долю продукции двойного назначения с текущих 15,8% до 18% к 2020 году, до 30% к 2030 году и до 50% к 2035 году [6].

Далее следует отметить отдельные примеры достижения отраслевых сегментов по отраслям ОПК (по состоянию на 2018г.):

- авиапромышленность – 47,1%;
- промышленность вооружения – 15,6%;
- снаряжение и спецвещества – 11%;
- спецсвязь – 14,1%.

Следует также заметить, что в странах «Большой семерки» предприятия ОПК являются источником новых технологий для гражданских сегментов и одновременно их активным потребителем. Диверсификация производства оружейного комплекса развитых стран может проходить в разных направлениях:

- на уровне отдельного предприятия ОПК;
- на уровне кластеров оборонных предприятий, образованных по различным критериям;
- на уровне сообщества, региона, страны и т.д.

Следует заметить, что предприятия ОПК, находящиеся сегодня уже на втором витке диверсификации (первый был в 90-х гг.), ни на уровне отдельных субъектов, ни на уровне отдельных регионов не показали положительных результатов. С учетом изложенного, одним из предложенных способов разрешения проблем диверсификации является развитие кластерной политики в данной стратегической сфере деятельности.

Известно, что кластеры представляют собой объединения предприятий одной или смежных отраслей, расположенных либо по территориальному признаку, либо работающих в одной или смежной сфере производства и реализации готовой продукции. Структура кластера предприятий ОПК может представлять собой организационную структуру научного, образовательного, производственного, коммерческого характера, ядром которого будет являться интегрированное производство объединенных в кластер предприятий ОПК.

Развитие кластерной политики проектов в рамках диверсификации ОПК РФ следует рассматривать по следующим основным направлениям:

1. Приоритетный выбор кластерной политики в отраслях ОПК, связанных с импортозамещением

В первую очередь, в РФ необходимо сделать акцент на создании новых кластеров из предприятий ОПК, испытывающих трудности, связанные с импортозамещением. Это позволит разрешить огромный пласт проблем, формирующих дефицит импортных комплектующих изделий.

Министерством промышленности и торговли РФ подготовлена программа «План содействия импортозамещению в гражданских отраслях промышленности». В настоящее время данная программа импортозамещения работает в

шести субъектах РФ: Астраханской, Челябинской, Владимирской, Свердловской, Пензенской, Волгоградской, Саратовской областях и Республике Чувашия. Одним из недостатков данной программы является недостаточное финансирование предприятий с устаревшими технологиями, что приводит к «затормаживанию их развития». По мнению экспертов, по многим направлениям импортозамещения качество выпускаемой отечественными предприятиями продукции, способной заменить импорт, оставляет желать лучшего в силу существующих ограничений по имеющимся ресурсам и технологиям. На основании изложенного следует, что сегодня по-прежнему отечественный рынок импортозамещаемых изделий продолжает зависеть от стран-импортеров.

Известно также, что основным источником финансирования программы импортозамещения выступает «Фонд развития промышленности», организованный еще в 2014 г., специализирующийся на выдаче льготных кредитов под 5-6% годовых в условиях предбанковского финансирования на проведение опытных научно-исследовательских и конструкторских работ. За шесть лет ситуация по данному вопросу принципиально не изменилась.

Вообще, если начинать развивать импортозамещение по всем направлениям, это может значительно ослабить экономику РФ, поэтому логичным выходом будет развитие «партнерских» кластерных проектов, решающих свои «проблемные направления» с зарубежными странами-партнерами в целях дальнейшего совместного развития процессов импортозамещения. Гибкость кластерной политики позволит предприятиям, задействованным в ОПК, переключиться на данные приоритетные направления и выйти на новый уровень показателей экономической эффективности в данной сфере деятельности.

2. Развитие кооперационных цепочек в сфере ОПК по разным критериям

Одним из возможных вариантов развития кооперационных цепочек в сфере ОПК по географическому признаку является близость к сырьевой, научной, промышленной базам с учетом скопления трудовых ресурсов, транспортных возможностей и т.д. Подобные кластеры, выделенные по географическому признаку, могут охватывать близлежащие города, регионы, находиться вблизи границ государств и т.д. Особенностью данных структур является возможность создания устойчивых связей предприятий, сосредоточенных на соответствующих территориях и нуждающихся в тесном взаимодействии в целях обеспечения запланированных результатов.

Объединение предприятий ОПК по географическому признаку позволяет решать проблемы, с которыми сталкиваются отдельные хозяйствующие субъекты в конкурентной борьбе.

Так, по специфике производства (сходстве в имеющихся ресурсах) выделяют следующие типы кластеров:

- дискретные кластеры, включающие в себя предприятия ОПК, производящие продукты, состоящие из дискретных компонентов (сюда могут входить,

например, предприятия смежных отраслей: авиационной промышленности, судостроения, двигателестроения и прочих предприятий, объединённых по типу производства);

- процессные кластеры, образующиеся предприятиями, относящимися к так называемым процессным отраслям, таким как: угольная, нефтяная, химическая, металлургическая и пр.

Развитие организации выше обозначенных кооперационных цепочек в сфере ОПК является центром стратегического развития оборонных предприятий, обеспечивающего поставщиков всех уровней комплектации, оборудования и разработок требуемыми ресурсами в необходимом количестве и сроках.

3. Развитие технопарков, расположенных территориально вблизи предприятий ОПК

В настоящее время в РФ организована «Ассоциация кластеров и технопарков», включающая в себя более 55 наименований:

- Нанотехнологический центр «ТехноСпарк», г. Троицк;
- Технопарк «Строгино», г. Москва;
- Нанотехнологический центр «Сигма. Новосибирск», Новосибирская область;
- Технопарк «Калибр», г. Москва;
- АУ «Технопарк-Мордовия», Республика Мордовия;
- Научно-технологический парк «Новосибирск», Новосибирская область;
- Технопарк «Саров» и др.

Цели развития технопарков:

- 1) привлечение инвестиций высокотехнологичных производственных предприятий;
- 2) развитие исследований, разработок и других аспектов инновационной деятельности;
- 3) обеспечение притока квалифицированных специалистов для компаний-арендаторов технопарка и пр.

Преимущества технопарков:

- в отличие от предприятий ОПК, технопарки позволяют создавать новые изделия в единичных экземплярах;
- технологические центры в технопарке не требуют перенастройки действующего оборудования, поскольку у них есть разделение на структурные подразделения, участвующие в кластере;
- ввиду малых размеров технологических центров возможна гибкость производства и его обновление, что позволяет изготавливать заказ на базе современного оборудования за короткое время;
- бизнес-инкубаторы дают возможность развития стартапам новых бизнес-структур, которые могут находиться в разных географических точках соответствующих кластеров и пользоваться производственными мощностями данного технологического центра, в этом смысле отпадают многие технические и организационные вопросы отдельных участников кооперации [8].

Недостатки технопарков:

- ввиду закрытости и секретности разрабатываемых тематик исследований, работники данных структур испытывают трудности, связанные с трудоустройством в новых сферах;
- для быстрого роста технопарков в настоящее время не хватает разного рода преференций: поощрений в виде налоговых льгот, соответствующего финансирования и т.п.

Как показывает практика, технопарки обычно строятся вблизи технологических университетов и крупных научных центров или наукоградов, что позволяет использовать высококвалифицированные кадры, в данном случае, в целях перепрофилирования деятельности оборонных предприятий, использующих технопарк как место своей дислокации [4].

4. Использование преимуществ трансфера инновационных технологий предприятий ОПК, входящих в кластеры, в гражданский сектор экономики страны

Примером предприятий ОПК, выпускающих продукцию двойного назначения, можно назвать участников кооперации, участвующих в кластере ФНПЦ «Алтай», занимающихся выпуском высокопредохранительных взрывчатых веществ и ФПК «БОЗ» (производители и поставщики тротила и взрывчатых веществ для России и зарубежья могут использоваться, например, в горнодобывающей промышленности). Научно-технической базой для данных разработок выступают исследования в области военной промышленности, лидирующей на рынке, наделенной: высококвалифицированными специалистами, имеющими огромный опыт; соответствующим оборудованием, полигонами для испытаний, что суммарно создает серьезный имидж и перспективы роста вновь образованному кластеру [5].

Следует заметить, что предприятия ОПК, входящие в соответствующие кластеры, с накопленными научными знаниями и технологиями выступают сегодня ведущим локомотивом не только в оборонном, но и гражданском секторах экономики. Этому способствует план модернизации ОПК, с которым выступил в 2010 году В.В. Путин в ходе отчета перед Госдумой по таким направлениям, как:

- обеспечение двустороннего трансфера технологий между оборонным ОПК и гражданским сектором (подразумевается передача передовых технологий и инновационных разработок внутри соответствующего кластера, в целях увеличения производственных мощностей гражданского сектора. Данный метод позволит быстро развить и нарастить объемы выпуска продукта, выходящего на рынок, вследствие чего увеличится конкурентоспособность предприятия, которому передали технологии за счет трансфера);
- обеспечение модернизации производства гражданской продукции предприятиями ОПК (включает в себя обновление технологического оборудования, оптимизацию рабочих мест через сокращение численности работников предприятия, трудоемкости, времени и т.п. За счет обновления оборудования и при-

менения новой структуры работы предприятия вырастут показатели экономической эффективности качества выпускаемой готовой продукции, сократится ее себестоимость и т.д.);

- стимулирование выпуска высокотехнологичной продукции гражданского и двойного назначения предприятиями ОПК (подобная задача решается на уровне государства, имеется программа «Стимулирование развития ОПК на 2016–2020 годы»);

- обеспечение реализации наукоемких инвестиционных проектов в гражданских отраслях промышленности (в нашей стране уже имеется огромный задел, который можно наблюдать в ядерной энергетике и вооружении. Сейчас по данному направлению в корпорации «Росатом» идут стремительные темпы роста и финансирования. Также развитие наукоёмких направлений позволит повысить эффективность всех отраслей промышленности страны, что приведёт к уменьшению себестоимости конечных продуктов и увеличению их конкурентоспособности);

- ускоренное технологическое расширение и модернизация производств предприятий ОПК (чем быстрее будет осуществляться данный процесс, тем будет меньше удельный вес изношенного технологического оборудования, что позволит выйти на гражданский рынок и составить конкуренцию зарубежным товарам). Следует также заметить, что данный вопрос является проблемой всего промышленного комплекса РФ. На текущий момент в нашей стране происходит только обновление устаревшего оборудования путём его модернизации. В этом смысле отечественное станкостроение фактически прекратило свое существование, и в подавляющем большинстве все высокотехнологичное современное оборудование привозится из-за рубежа.

5. Внедрение инструментов реинжиниринга в сфере ОПК

Данное направление является довольно радикальным способом перейти некую границу «зоны комфорта», при котором отдельное предприятие, выпускающее оборонную продукцию, может оказаться в предбанкротном состоянии. Если учесть факт, что в формате кластера взаимный реинжиниринг проведет группа предприятий, объединенных в кластер, то возможен стабильный рост и устойчивая предпринимательская связь без больших рисков. В этом смысле результат успешно проведенного реинжиниринга даёт глубокие и всесторонне проведенные изменения всей системы управления кластером, а также «прорывной» рост эффективности отдельного предприятия, входящего в него.

Таким образом, развитие кластерной политики на оборонных предприятиях может быть использовано для решения проблем в рамках комплексной программы диверсификации ОПК РФ. Результатом планомерного развития кластерной политики в сфере ОПК является:

- повышение инновационного потенциала предприятий ОПК;
- обеспечение дальнейшего инновационного статуса и позиционирования в формате региона и отрасли;

- приобретение и внедрение критических технологий, новейшего оборудования;
- получение предприятиями кластера доступа к современным методам управления и специальным знаниям;
- получение предприятиями кластера эффективных возможностей выхода на высококонкурентные международные рынки;
- возможное появление новых источников доходов в целях дальнейшего устойчивого развития кластерных образований;
- возможность вхождения в большой кластер гражданской направленности предприятий ОПК, не занимающихся инновациями;
- наращивание и развитие сектора товаров и услуг, наложенных административными санкциями со стороны стран «Большой семерки» и т.д.

Таким образом, развитие кластерных проектов в рамках диверсификации ОПК РФ можно характеризовать как одно из успешных условий развития экономики страны в целом, дающее планомерное стратегическое развитие отдельного государства в условиях мировой конкуренции.

Библиографический список

1. **Гусева, И.Б.** Стратегическое прогнозирование в сфере НИОКТР при поддержке контроллинга / И.Б. Гусева, П.И. Далёкин // Контроллинг: технологии управления: сб. научн. тр. международного форума по контроллингу. – М.: НП «Объединение контроллеров», 2017. – С. 58-63.
2. **Гусева, И.Б.** Разрешение проблем диверсификации ОПК с помощью кластерного подхода (на примере АО «АПЗ») / И.Б. Гусева, О.В. Лавричев // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы международной научно-практической конференции ученых, специалистов, преподавателей вузов, аспирантов, студентов. – 2018. – С. 130-132.
3. **Грачева, О.В.** Исследование особенностей процессов диверсификации на отечественных оборонных предприятиях/ О.В. Грачева, О.В. Глебова, О.Ю. Мельникова // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2019. – № 7 (125). – С. 2.
4. «Как проходит диверсификация ОПК в России» [Электронный ресурс]. URL:<https://rostec.ru/news/4521557/>
5. «Научно-производственные кластеры как движущая сила развития агломераций» [Электронный ресурс]. URL:https://minstroy.nso.ru/sites/minstroy.nso.ru/wodby_files/files/page_4815/3_antipina_e.a.pdf
6. Об утверждении государственной программы «Развитие оборонно-промышленного комплекса» [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/23173>.
7. **Рябова, О.А.** Финансовая стратегия как инструмент обеспечения экономической безопасности предприятия / О.А. Рябова, Е.Г. Моисеева // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы международной научно-практической конференции ученых, специалистов, преподавателей вузов, аспирантов, студентов. – 2014. – С. 479-483.
8. «Технопарки России – основа развития инновационных технологий Источник: <https://viafuture.ru/privlechenie-investitsij/tehnoparki-rossii>» [Электронный ресурс]. URL:<https://viafuture.ru/privlechenie-investitsij/tehnoparki-rossii>

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СУЩЕСТВУЮЩИХ И РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ

В.В. Глебов, М.А. Куманеев, Е.М. Кангин
Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

Рассмотрены существующие на данный момент и находящиеся в разработке носимые экзоскелеты. Предложен более дешевый и простой в производстве вариант пассивного экзоскелета, служащего для снижения нагрузки на нижние конечности при работе стоя.

Ключевые слова: носимый экзоскелет, робототехническое устройство, расширение физических возможностей человека, повышение производительности труда.

Международный стандарт ISO 13482: 2014 [5] классифицирует экзоскелеты как вспомогательные роботы, которые крепятся на человеческом теле при их использовании, и в более широком смысле называются одеваемыми роботами. Таким образом, экзоскелет – это носимое на человеке механическое устройство или мехатронный программный комплекс с элементами антропоморфных структур, конструктивно предназначенный для увеличения физических возможностей человека за счет синхронного дублирования и поддержки двигательной активности последнего.

Все экзоскелеты можно разделить на активные и пассивные. В активных экзоскелетах для обеспечения работоспособности применяют различные источники энергии (электродвигатели, пневматические и гидравлические приводы), в то время как пассивные экзоскелеты приводятся в движение кинетической энергией и силой самого человека.

В настоящее время тема разработки и производства экзоскелетов становится одним из наиболее динамично развивающихся направлений робототехники, над созданием собственных экзоскелетных систем работает множество научных организаций и промышленных предприятий в нескольких странах, включая Россию, Израиль, США, Японию, Китай, Германию, Новую Зеландию, Францию, Норвегию, Южную Корею, Великобританию, Италию.

Компания SuitX начала продавать экзоскелетные комплекты, которые способны поддерживать спину, ноги и плечи пользователя.

Промышленный экзоскелет SuitX[1], показанный на рис. 1, выпускается в трех модулях: LegX стоимостью \$ 5000 для повышения силы ног, BackX стоимостью \$ 4000 для помощи людям в подъеме тяжелых предметов (поддержка спины) и ShoulderX стоимостью \$ 4000, чтобы уменьшить усталость рук от работы над чем-то выше вашей головы. Суммарный вес трех модулей составляет 16 кг.

Модули применяют пружины и муфты, чтобы обеспечить ускорение, а LegX также получает заряд батареи. Создатели SuitX использовали в большей степени механику, а не электронику, и дизайн сцепления пружины костюма отражает это.

Основные клиенты, покупающие экзоскелет, занимаются производством, аэрокосмической и логистической отраслью. Среди автопроизводителей клиентов присутствуют такие компании, как FordMotors и FiatChrysler.

SuitX также работает над медицинским вариантом костюма, чтобы помочь людям с травмами спинного мозга.



Рис. 1. Экзоскелет MAX компании SuitX, состоящий из трех модулей: backX, shoulderX и legX – спина, плечи, ноги

Компания Noonee, которая одна из первых разработала систему носимого экзостула, представила модифицированную версию своего устройства, ChairlessChair 2.0 [3], показанного на рис. 2, стоимостью \$ 4000. Это легкий экзоскелет, который надевается на нижнюю часть тела. Устройство поддерживает ноги человека, например работника предприятия, который проводит много времени в неподвижном вертикальном положении. Конструкция легко фиксируется на различной, удобной для пользователя высоте от пола, что позволяет работнику уберечь суставы от вредных нагрузок. Предполагается, что использование этой разработки может помочь повысить производительность и сохранить здоровье особенно мобильных сотрудников, которым время от времени приходится работать на терминале или за несколькими рабочими столами.



Рис. 2. Экзоскелет Chairless Chair 2.0 компании Noonee



Рис. 3. Экзоскелет Archelis компании Nitto

Экзостул Archelis [2], показанный на рис. 3, разработанный японской компанией Nitto, полностью изготовлен из углеродных деталей, поэтому он гибкий, достаточно прочный и удобный, это особо необходимо, учитывая, что он предназначен для использования в течение длительных периодов времени. Устройство полностью пассивное, поэтому для его работы не требуются аккумуляторы и электричество. Первоначально Archelis был разработан для того,

чтобы ноги хирургов отдыхали во время многочасовых операций. Но очевидно, что этот инновационный стул также полезен для людей других профессий - инженеров, электриков, заводских рабочих и так далее.

Известная компания LockheedMartin разработала экзоскелет Fortis [4], показанный на рис. 4. Механизм Fortis принимает на себя всю нагрузку, в то время как мышцы человека остаются в расслабленном состоянии. В нем можно легко двигаться, работать в положении сидя, стоя или с опорой на колене. Fortis позволяет оператору управляться с тяжелыми инструментами, как если бы они были невесомыми. Экзоскелет имеет современный эргономичный дизайн, он повторяет естественные движения частей тела человека и легко регулируется под людей разного телосложения. Используя экзоскелет Fortis, оператор может легко удерживать предметы до 20 кг на вытянутой руке в течение неограниченного времени. Увеличивается производительность труда за счет уменьшения мышечной усталости.

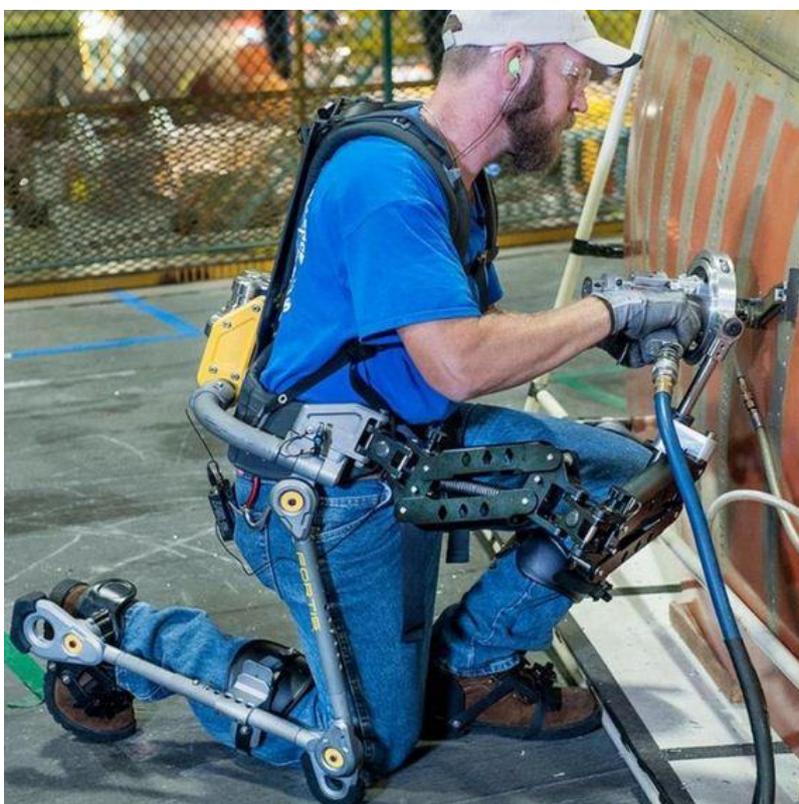


Рис. 4. Экзоскелет Fortis компании Lockheed Martin

Эта идея была первоначально разработана для армии США, чтобы помочь военнослужащим переносить тяжелые грузы на большие расстояния в полевых условиях. Затем технология была адаптирована для предприятий и ВМФ США. Созданный на основе той же технологии, новый FortisToolArm спроектирован как инструмент, облегчающий работу статической версии для рабочего места.

Рассмотренные варианты действующих и находящихся в разработке экзоскелетов, в современных реалиях не могут найти массового применения ввиду их высокой стоимости и сложности производства. Поэтому, к разработке пред-

лагается более дешевый и простой в производстве вариант экзоскелета, имеющего схожий функционал.

Разрабатываемое устройство относится к экзоскелетам и другим носимым конструкциями, выполненным с возможностью оказания помощи людям, которые длительное время работают в положении стоя, и может найти медицинское применение для реабилитации людей с некоторыми нарушениями опорно-двигательного аппарата. Более конкретно, относится к пассивным экзоскелетам и/или экзоскелетам без механического привода и другим пассивным конструкциям и/или носимым конструкциям, выполненным с возможностью разгрузки веса человека с мышц ног при работе стоя.

Конструкция обладает небольшим весом, так как выполняется из алюминиевого сплава в виде соединения звеньев из стандартного трубного проката с помощью стандартизированных крепежных элементов, таких как винты, болты, шайбы, гайки, штифты и т.д. Экзоскелет дает возможность человеку сидеть везде, где это потребуется, не прекращая работы, путем переноса веса тела через рычаги и сочленения устройства на опорную поверхность. При этом устройство не препятствует выполнению основных движений, таких как ходьба.

Устройство является пассивным и работает без дополнительных приводов, двигателей и других источников энергии, позволяет длительное время работать в положении стоя без вреда для здоровья. Конструкция экзоскелета разрабатывается таким образом, что может быть использована людьми разного роста и комплекции.

Функционал данного устройства позволяет повысить производительность труда у людей, чья работа связана с длительным пребыванием на ногах и применим во многих областях профессиональной деятельности: работниками промышленных предприятий (станочники-универсалы, операторы станков с ЧПУ), работниками медицинских учреждений (хирурги и другие медработники), работниками учебных заведений (учителя, преподаватели), обслуживающим персоналом (продавцы, фармацевты, официанты, повара и т.д.), разнорабочими (грузчики, кладовщики и т.д.).

Библиографический список

1. A Modular, Full-Body Exoskeleton for Reducing Forces at the Back, Shoulder, and Knee / Модульный экзоскелетный комплект для уменьшения нагрузок на спину, руки и ноги [Электронный ресурс] - URL: <https://www.suitx.com/max-modular-agile-exoskeleton> (дата обращения: 25.02.2020)
2. Archelis. Wearable chair / Archelis. Носимый экзостул [Электронный ресурс] - URL: <https://www.archelis.com/en> (дата обращения: 25.02.2020)
3. Chairless Chair 2.0 – The new generation / Chairless Chair 2.0 – Новое поколение [Электронный ресурс] - URL: <https://www.noonee.com/en/der-chairless-chair-2-0/> (дата обращения: 25.02.2020)
4. Exoskeleton Technologies: Industrial / Технологии промышленных экзоскелетов [Электронный ресурс] - URL: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/exoskeleton-technologies/industrial.html> (дата обращения: 25.02.2020)
5. ISO 13482:2014, Robots and robotic devices – Safety requirements for personal care robots / Роботы и робототехнические устройства – Требования по безопасности для роботов по персональному уходу. – 2014.

1 СЕКЦИЯ
ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ
КОМПЛЕКС:
ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО
ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Е.С. Коршунов, А.В. Архипова

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассмотрена история становления и развития отечественного оборонно-промышленного комплекса и его роль в развитии экономики и обеспечении национальной безопасности страны.

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, военно-промышленный комплекс, военная промышленность, оборонная промышленность, национальная безопасность.

Оборонно-промышленный комплекс (ОПК) представляет собой комплекс отраслей (научно-исследовательских, испытательных организаций и предприятий), предназначенный для удовлетворения военных потребностей государства (изготовление и поставка боевой техники, амуниции, боеприпасов). ОПК составлял и продолжает составлять системообразующую основу в экономике, как отдельных регионов Российской Федерации, так и государства в целом. К тому же на предприятиях оборонно-промышленного комплекса помимо военной продукции также выпускается гражданская продукция различного характера (телевизоры, радиоприёмники, швейные машинки и т.д.).

Качественные сдвиги в экономике, науке, технике и военном деле на кануне и в ходе Первой мировой войны коренным образом изменили способ её экономического обеспечения. В 1915 г. впервые были сформулированы идеи создания военно-промышленных комитетов, а позже и реализация их в жизнь. В июле 1915 г. состоялся I съезд ВПК. Сформировался комплекс специализированных отраслей, производящих вооружения и военную технику, произошла консолидация фаз военно-экономического процесса – производства, распределения, обмена (обращения) и потребления; потребности войны стали обеспечиваться за счёт текущего производства оружия и другой военной продукции, возникла необходимость экономической мобилизации. Россия смогла достичь невообразимый и до сих пор недооценённый рост производств военной продукции в период 1914-1918 гг. Нарастивание военного производства и успешная организация ОПК в эти годы являются наиболее масштабными в истории нашей страны (говоря в относительных цифрах), что обеспечивалось путём моби-

лизации государственной и частной промышленности. Общий уровень военного производства за этот период времени смог сравняться с общемировым уровнем (табл. 1) [1].

Таблица 1

Военное производство перед Первой мировой войной

Виды военной техники и боеприпасы	Германия	Австро-Венгрия	Франция	Англия	Италия	США	Россия
Винтовки (в тыс.)	8547	3500	2500	3854	2400	3500	3300
Пулемёты (в тыс.)	280	41	312	239	101	75	39
Артиллерийские орудия (в тыс.)	64	16	23	27	6,5	7,5	12
Самолёты (в тыс.)	48	6	53	48	12	14	9
Патроны (в млрд)	9	4	6	8	5	4	13
Автомашины грузовые (в тыс.)	65	–	110	87	28	30	20

В межвоенный период, согласно директивам 1-й пятилетки, в СССР быстрее всего развивались отрасли, обеспечивающие оборону и хозяйственную устойчивость страны в военное время. В своём докладе заместитель председатель Госплана СССР И.С. Уншлихт констатировал: «В СССР военная промышленность является планомерно организованной отраслью, объединяющей кадровые военные предприятия».

В первые годы существования СССР управление промышленностью (в том числе и военной) перешло к Высшему совету народного хозяйства (ВСНХ), но в 1932 г. предприятия ОПК контролировал Народный комитет тяжёлой промышленности (НКТП).

Перед началом Второй мировой войны организуется Военно-промышленная комиссия, важнейшая цель которой выражалась так: «Мобилизация и подготовка промышленности как оборонной, так и необоронной для полного обеспечения выполнения планов и заданий Комитета обороны по производству и поставке армии и военно-морскому флоту средств вооружения». В 1940 г. валовой общественный продукт страны возрос по сравнению с 1928 г. в 4,5 раза, в том числе объём промышленной продукции – в 6,5 раз. В составе промышленности производство средств производства увеличилось в 10 раз, в частности, для электроэнергетики – в 14,4, химической и нефтехимической промышленности – в 15,1, машиностроении и металлообработки – в 19,8 раза. На этой основе был создан мощный ОПК. Опираясь на меньшую,

чем у Германии вместе с оккупированными странами экономическую базу, СССР произвёл за годы войны почти вдвое больше основных видов вооружений и материально обеспечил свою победу [2].

После Великой Отечественной войны ОПК страны был качественно преобразован. Разработка ракетно-ядерного оружия привела к возникновению таких научных направлений и производств, как вычислительная техника, прикладная математика, системотехника, радиолокация и др.; появились «электронные города», вводилась программа ускоренного развития научной и производственной базы электроники, способной обеспечивать производство вооружения и военной техники отечественными материалами и комплектующими. В общей сумме расходов на оборону опережающими темпами увеличивались расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИ-ОКР), покупки вооружения и военной техники.

Таким образом, военно-промышленное производство за период с 1920 до 1950-е гг. пережило несколько этапов (табл. 2).

Таблица 2

Этапы военно-промышленного производства 1920-1950-х годов

Этап	Характеристика
1	2
Период 1921-1930	Характеризуется концентрацией военно-промышленных производств в обособленных группах «кадровых» военных заводов под общим руководством одного специального органа управления при едином наркомате промышленности – ВСНХ СССР
Период 1930-1936	Характеризуется концентрацией «кадровых» заводов 1-й группы военных изделий и рассредоточением остальных (2-й и 3-й группы) по всем родственным им отраслям промышленности. Был упразднён ВСНХ СССР и все военно-промышленные предприятия «кадра» и «запаса», на равных основаниях, были переданы в ведение Наркомата Тяжелой промышленности СССР, его главков и трестов. Функции координатора деятельности военных заводов в системе Наркомтяжпрома выполняло его Главное Военно-Мобилизационное Управление (ГВМУ), разделенное в 1936 г. на Главное «правление военной промышленности и Главное управление боеприпасов
Период 1936-1941	Характеризуется концентрацией всех «кадровых» военных заводов и части заводов «запаса» – в начале в Наркомате Оборонной промышленности, образованном 8 декабря 1936 г., а затем – в нескольких военно-промышленных народных комиссариатах, специально созданных для ускорения процесса перевооружения Армии и Флота
Период 1941-1945	Характеризуется превращением большей части машиностроительного народнохозяйственного комплекса СССР в военно-промышленный, с разделением на специальные военно-промышленные отрасли под руководством соответствующих наркоматов: вооружения, боеприпасов и минно-минометного вооружения, авиационной, танковой и судостроительной промышленности. Высшим органом, руководящим деятельностью всего государственного оборонного комплекса, становится Государственный Комитет Оборны (ГКО) СССР

1	2
Период 1946-1950	Характеризуется модернизацией производства так называемой «общей военной техники» и появлением новых видов военной продукции, объединенных под общим названием «специальной военной техники»; это – системы реактивного и ракетного вооружения и реактивной авиационной техники, образцы ядерных боеприпасов и разнообразные радиоэлектронные системы военно-технического снаряжения и военной связи
Период 1960-1980	Характеризуется глобальным саморазвитием военно-промышленного комплекса и становлением его в основу народного хозяйства страны. Так, с 1970-х гг. предприятия ОПК стали всё шире привлекаться к производству сложной индустриальной продукции, товаров народного потребления и культурно-бытового назначения

Доля необоронной продукции в ОПК постепенно повышалась и достигла в 1989 г. 51% общего объема производства ОПК (рис. 1).

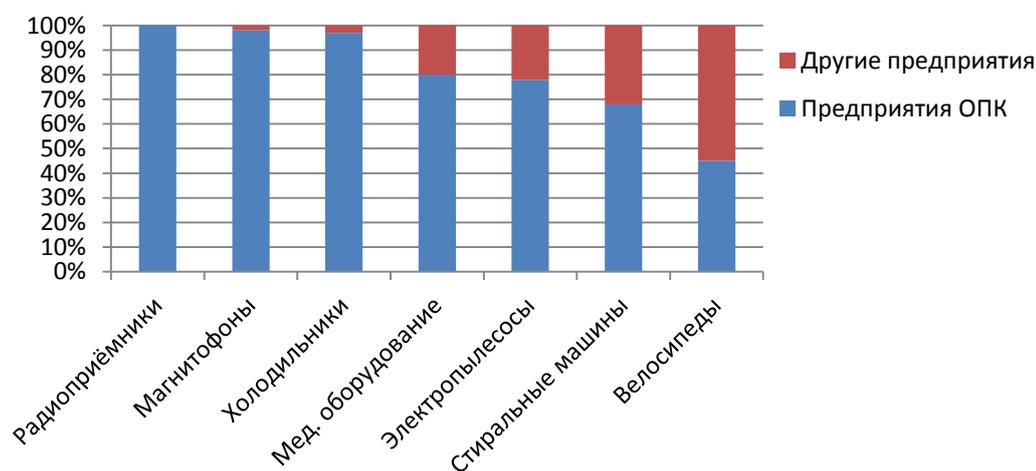


Рис. 1. Доля необоронной продукции, приходящейся на ОПК

За 1970-1980 гг. удельный вес новой техники в поставках Министерства обороны СССР составил: межконтинентальных баллистических ракет 96%, баллистических ракет подводных лодок 90%. Удельный вес новой авиационной техники возрос с 70 до 86%, а с 1991 г. предполагалось использовать только новые военные самолёты. Были полностью обновлены зенитные ракетные комплексы наземного базирования. Бронетанковая техника, артиллерийско-стрелковое оружие поддерживались на уровне требований [3].

К началу 1990-х гг. в ОПК входило почти 2000 предприятий и организаций, в том числе 1100 производственных объединений и промышленных предприятий и порядка 900 научно-производственных и опытно-конструкторских организаций. На предприятиях ОПК трудились 8 млн чел. (6% рабочих и служащих, занятых в народном хозяйстве); стоимость основных фондов ОПК составляла 6,4% стоимости совокупных основных производственных фондов на-

родного хозяйства, или 12,4% стоимости основных производственных фондов промышленности. К разработке и производству вооружений и военной техники было привлечено почти 300 предприятий гражданских отраслей, на долю которых приходилось 4% общего объема военной продукции.

С начала 1990-х гг. многократно сократились производственные мощности и численность занятых как в военном, так и в гражданском производстве. К 1996 г. было утрачено более 300 передовых технологий и производств в аэрокосмической отрасли, биотехнологии, в сфере информатики и новых материалов. В 1999 г. доля военной продукции составила 20% выпуска военной промышленности, доля машин и оборудования гражданского назначения – 26%, потребительских товаров – 8,8%, экспорта продукции военного назначения – 34,3%, экспорта продукции гражданского назначения – 10,9%. Для ОПК сложились самые неблагоприятные социально-экономические условия: среднемесячная оплата труда на предприятиях комплекса в 1996 г. была ниже 60% среднего уровня оплаты труда в промышленности, а к 2000 г. достигла 72%. Почти 1/3 сотрудников научных учреждений оборонной промышленности уволилась; средний возраст занятых увеличился с 39 лет в 1990 г. до 58 лет в 2000 г. Но с конца 1990-х гг. ситуация в ОПК начала улучшаться. В 1999 г. была создана Комиссия по Военно-промышленным вопросам (упраздненный впоследствии в 2014 г.), а также реорганизована система управления. Уровень военного производства за 1998-2002 гг. практически удвоился, достигнув 18,7% выпуска военной продукции СССР (1991 г.); государственный оборонный заказ (ГОЗ) стал финансироваться практически в запланированных объемах, началось погашение долгов предприятиям за выполненные работы по ГОЗ; в 2001 г. объем финансирования НИОКР увеличился на 43%, в 2002 г. – на 40%. Соотношение военных расходов на содержание войск и их развитие составило 70:30, в 2001 г. – 56:44. Эти показатели свидетельствуют о стабилизации ситуации [4].

В настоящее время оборонно-промышленный комплекс является мощной системой, включающей в себя научно-исследовательские организации (их задача теоретические разработки); конструкторские бюро (КБ), создающие прототипы (опытные образцы) вооружения и военной техники; испытательные лаборатории и полигоны, где происходит «доводка» опытных образцов в реальных условиях и испытание ВВТ, вышедшего из заводских стен; производственные предприятия, где осуществляется массовый выпуск ВВТ. Также в нашей стране эффективно функционирует система ГОЗ, показатели выполнения заданий которых не опускаются ниже 95-98% [5].

На основе изложенного можно сделать вывод, что оборонно-промышленный комплекс нашей страны играл и будет играть ключевую роль не только в обеспечении национальной безопасности, но и также в научно-техническом развитии, политической и экономической стабильности.

Библиографический список

1. **Михайлов, В.С.** Документы к биографии. Очерки по истории военной промышленности / В.С. Михайлов. – М.: Российская политическая энциклопедия, 2007. – 424 с.

2. **Золотарев, В.А.** Военная промышленность России в начале XX века / В.А. Золотарев; под ред. Р.Ш. Ганелин. – М.: Новый хронограф, 2004. – 219 с.
3. **Винслав, Ю.** Конверсия отечественного оборонно-промышленного комплекса: фрагменты ретроанализа и некоторые актуальные выводы // Российский экономический журнал. 2006. – №4. – С. 37-52.
4. Отечественный военно-промышленный комплекс в XX – начале XXI века (историография проблемы): в 3 кн. / под общ. ред. А.В. Лосика. – Тамбов: ЮЛИС, 2008. – 539 с.
5. **Соколов, А.В.** Оборонная промышленность России: состояние и тенденции развития / А.В. Соколов / Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т экономики и орг. пром. пр-ва. – Новосибирск: ИЭОПП, 2003. – 130 с.

КАЗАНСКИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ И.И. АЛАФУЗОВА И ИХ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НУЖД РОССИЙСКОЙ АРМИИ

Н.А. Пакина

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассмотрен период становления ряда казанских предприятий, деятельность которых была направлена на обеспечение нужд военного ведомства Российской империи. Актуальность исследования обусловлена малым количеством работ о развитии материального снабжения русской армии в XIX в. Особое внимание уделено казанским предпринимателям С.Е. Александрову и И.И. Алафузову, а также их деятельности по созданию промышленного комплекса.

Ключевые слова: Казань, Алафузов и Александров, фабричный комплекс, военные заказы, вторая половина XIX в., историческая память.

Тема становления оборонно-промышленного комплекса России всегда была востребована в отечественной историографии. Вместе с тем к числу малоисследованных проблем относятся тыловое обеспечение российской армии и роль частных предприятий по снабжению ее материальными средствами.

В предлагаемой статье рассматривается вопрос развития комплекса казанских предприятий, принадлежащих Ивану Ивановичу Алафузову. Хронологические рамки исследования: вторая половина XIX в. Именно в это время в России наступает эпох великих реформ, происходит сравнительно быстрый экономический рост. В данной работе проанализированы самые разные источники информации: учебники, диссертации, материалы интернет-сайтов, неопубликованные письма и топонимика.

У истоков создания комплекса предприятий, исполняющих военные заказы в Казани, стояли два человека Сергей Евсеевич Александров и Иван Иванович Алафузов. Несмотря на значительную разницу в возрасте, у них оказалось немало общего: оба происходили из купеческих семей, оба не являлись по рождению казанцами, и тот и другой были энергичными, предприимчивыми, активными людьми. Расскажем немного о каждом из них.

С.Е. Александров родился в Перми, ребенком был привезен в Казань. В 1819 г. он объявил капитал по 3 гильдии. Занимался оптовой чайной торговлей и общественной деятельностью. С середины 1850-х гг. С.Е. Александрову принадлежала российская монополия на торговлю кирпичным чаем, представлявшим собой прессованную чайную крошку, он был на 25%–30% дешевле байхового. Это был китайский чай, ввозимый в Россию караванным путем. Кроме того, С.Е. Александрова дважды 1842–1844 гг., 1851–1853 гг. избирали на пост городского головы Казанской думы. Действительно, его положение в Казани становилось все более прочным, а авторитет неуклонно рос. Сергей Евсеевич женился, в его семье росли две дочери Людмила и Ольга и сын Александр.

И.И. Алафузов родился в 1837 г. в Ставрополе в семье обрусевших переселенцев с острова Санторини. Некоторое время учился в Одессе в Ришельевском лицее, но, не окончив его, уехал продолжать обучение в Германию. В возрасте 19 лет впервые приехал в Поволжье. Благодаря своим организаторским способностям, новаторскому чутью и начальному капиталу, уже в 1863 г. И.И. Алафузов становится казанским купцом 1-й гильдии [3]. И хотя, по новому положению начинался с 1-го июля 1863 г. *«вместо 3-х гильдий остались 2, которые уже не назывались гильдиями, а разрядами, купечество еще долго удерживает за ними старое название»* [9, с. 363].

В знакомстве будущих партнеров нет ничего удивительного. Они в начале 1860-х гг. оба были купцами 1-й гильдии и этим много объясняется. Если общее количество казанских купцов в то время было около 400 человек, то из них к 1-й гильдии относилось порядка 5% от общего числа. Например, в «Памятной книжке Казанской губернии на 1861 год» приведены следующие данные по численности купечества в городе: 1-й гильдии – 17 чел.; 2-й гильдии – 53 чел.; 3-й гильдии – 312 чел. [6, с. 179]. Конечно, все они знали друг друга.

Но, возникло еще одно обстоятельство, которое способствовало их совместной деятельности. В 1863 г. они породнились. И.И. Алафузов становится мужем старшей дочери С.Е. Александрова Людмилы. Впрочем, относительно даты заключения брака в доступных источниках мы можем увидеть разные годы. Почему уточнение является необходимым? И какое отношение все имеет к снабжению российской армии? К обеспечению армии, пожалуй, не имеет, а вот к отображению правдивой картины сотрудничества этих людей в начальный период становления комплекса фабрик, самое прямое.

На основе неизвестных ранее документов Отдела рукописей Российской Национальной Библиотеки, можно более точно ответить на вопрос о свадьбе. Если обратиться к семейной переписке ближайших родственников С.Е. Александрова Ляпуновых, то из писем увидим, что свадьба состоялась в конце апреля или начале мая 1863 года [7, л. 51 об.; 8, л.56, 66].

В ряде публикаций этот брак представлен исключительно, как некий шаг по объединению капиталов богатого отца Людмилы, называемого часто «чайным» миллионером, и энергичного предпринимателя И.И. Алафузова [5, с. 38]. Но, следует отметить, что эти молодые люди поженились по большой любви. Об этом свидетельствуют многие факты. Например, в письме от 27 марта

1863 г. тетя Людмилы сообщает, что ее племянница собирается замуж «за какого-то приезжего купца грека, очень хорошего и образованного человека». И там же есть фраза «Люденька тоже пишет, расхваливает своего жениха.» [7, Л. 56 об.]. Иван Алафузов овдовел, не достигнув 30-летнего возраста, однако вторично женился только спустя много лет после смерти Людмилы. Взяв на воспитание и удочерив подброшенную в 1874 г. девочку, он назвал ее Людмиллой – в честь своей первой жены. Не будем приуменьшать роль связей, опыта и средств Сергея Евсеевича Александрова и в их общих делах, но при всем этом Алафузов сам был очень хорошим хозяином [1].

А какой характер был у Ивана Ивановича Алафузова? Каким он был человеком? По воспоминаниям современников очень энергичным, неугомонным в делах, упорным и целеустремленным [5, с. 42]. Всю жизнь Иван Иванович работал по 15 ч в сутки, начиная с 5 ч утра и заканчивая ночью. По натуре горячий, а из-за некоторой резкости, порой, казался суровым [3]. В то же время всю сознательную жизнь Иван Иванович занимался благотворительностью, как и члены семьи Александровых.

Перейдем к рассмотрению деятельности родственников на поприще производства товаров для армии. В 1865 г. Сергей Евсеевич Александров вместе со своим зятем, успешным предпринимателем Иваном Ивановичем Алафузовым, создали фирму, названную Торговый дом «С.Е. Александров и И.И. Алафузов в Казани». Несколько позже в 1866 г. приобрели Казанский кожевенный завод. Кроме этого, их фирма включала в себя две фабрики: механическую льнопрядильню и полотняную, которые за это время появились поблизости. На организацию дела каждый партнер внес по 200 тыс. руб. (это помимо стоимости зданий и оборудования) [5, с. 62].

Ассортимент созданной фирмы был разнообразным, но в основном представляли брезент, парусину и амуницию для русской армии. Качественные изделия производились в большом количестве. В 1867 г. Алафузов участвовал в Парижской выставке, на которой изделия из кожи и брезента, произведенные на совместных предприятиях И.И. Алафузова и С.Е. Александрова, были впервые удостоены бронзовой медали [1; 5, с. 273]. Их фирма стала известной не только в Казани и России, но и за рубежом. Продукция их предприятий заинтересовала Военное министерство. И наконец, кожевенный завод и текстильная фабрика получили госзаказ [2].

Появилась прибыль, значительная часть которой была направлена на дальнейшую модернизацию и расширение производства. Приобретались механические приспособления для дубления и окраски кож. Уже тогда стали использоваться две паровые машины [5, с. 64]. Для строительства новых корпусов промышленники активно скупали земельные участки в Ягодной и Адмиралтейской слободах.

Сергей Евсеевич, несмотря на весьма почтенный возраст, в 1869 г. стал первым председателем «Общества содействия русской промышленности и торговли» при Казанской бирже, что в свою очередь помогало налаживать коммерческие связи.

После смерти С.Е. Александрова в 1870 г., И.И. Алафузов приобрел у жены и детей Сергея Евсеевича их часть наследства и стал единоличным владельцем торгового дома, ткацкой фабрики, кожевенных и газовых предприятий, которые находились в пригороде между Волгой и Казанью. Их можно увидеть на дореволюционной открытке (рис. 1).

Фирма успешно развивалась, Алафузов много ездил, часто бывал в Петербурге, приобрел там здание под будущую представительскую контору. И.И. Алафузов постоянно обновлял технологии, чтобы изготавливать дешевую и качественную продукцию, которая имела впечатляющий успех и получала награды на российских и международных выставках и ярмарках. Например, к 1890 г. было завоевано около 30 медалей, половина из которых золотые [2].

Необходимо напомнить, что деятельность промышленника И.И. Алафузова совпала по времени с русско-турецкой войной 1877–1878 гг. Для удовлетворения войск материальными средствами необходима была развитая военная промышленность. При заготовках предметов снабжения контракты заключались в основном непосредственно с производителями (фабрикантами), что было вполне экономически оправдано [4, с. 31, 32].



Рис. 1. Вид на фабрики Алафузова со стороны старого русла Казанки

И неудивительно, что в конце 1877 г. Алафузов вновь получил казенные заказы на поставку продукции своих предприятий, а именно на крупные партии амуниции, парусины и брезента. Воспользовавшись информацией, приведенной в учебном пособии [6], можно представить масштаб и основные направления развития казанских заводов Алафузова: «К началу 90-х гг. годовой оборот составлял 5 млн руб. Предприятие выполняло в основном заказы военного ведомства и выпускало прочные, высокого качества брезенты, холсты, ткань, мешки.

Алафузову принадлежали также фабрика обработки ткани непромокаемыми составами, фабрика механического производства обуви, шорная, обмундировальная, закройная, кузнечная мастерские...» [6, с. 167]. В общей сложности на его фабриках работало порядка 3 тыс. человек, а капитал достиг 2 400 00 руб., самому Ивану Ивановичу было присвоено звание Мануфактур-советника.

Мы уже отмечали, что работал он «на износ» и не всегда следил за своим здоровьем. Умер в возрасте 54 лет в 1891 г., похоронен в Зилантовом монастыре Казани. После его смерти все предприятия перешли в собственность родственников, а точнее отошли «Торгово-промышленному обществу Алафузовских фабрик и заводов» (АФУЗО), которое возглавлял его брат Николай. Эти фабрики продолжали выпускать армейское обмундирование. В их составе были мастерские: механического производства обуви для войск, конной упряжи и кожаных ремней, а также шорно-амуничные, военно-обмундировальные.

Многогранная благотворительная деятельность Алафузова была отмечена при жизни, его неоднократно награждали орденами и медалями (рис. 2). И если часть была присвоена исключительно за меценатство, то имелась у И.И. Алафузова награда за услуги, оказанные военному ведомству. Эту золотую медаль для ношения на шее на Станиславской ленте с надписью «За усердие» он получил в 1871 г. Не забыты заслуги Алафузова и сейчас, спустя более чем век. Сохранившиеся корпуса его фабрики обозначены на современных картах, как «Фабрика Алафузова», а еще недалеко от нее в 2005 г. одна из расположенных вблизи улиц была названа его именем (рис. 3).



Рис. 2. И.И. Алафузов

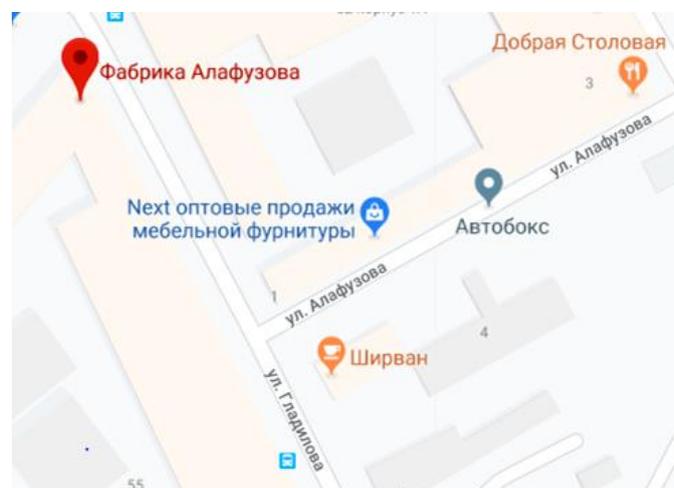


Рис. 3. Фрагмент плана Казани

Иван Иванович Алафузов входил в число крупнейших промышленников России. Его деятельность была направлена преимущественно на снабжение российской армии амуницией. Память об этом человеке до сих пор жива в Казани. Если в советский период достижениям И.И. Алафузова не уделялось должного внимания, то за последние годы его имя стало полуполюгендарным и обросло невероятным количеством мифов. В биографию предпринимателя закралось немало неточностей, некоторую часть из которых автору удалось уст-

ранить в процессе проведенного исследования, задействовав неопубликованную частную переписку и введя ее в научный оборот.

Библиографический список

1. Алафузов Иван Иванович (1837–1891) // Сайт Храма святителя Варсонофия Казанского чудотворца // URL: <http://xn----7sbbh5aukhbmfm6bc7n.xn--p1ai/blagotvoritel-khrama-ivan-ivanovich-alafuzov> (дата обращения: 18.01.2020).
2. Алафузов Иван Иванович // Материалы проекта «100 великих предпринимателей и меценатов» / Сайт История российского предпринимательства // URL: <http://historybiz.ru/alafuzov-ivan-ivanovich.html> (дата обращения: 10.01.2020).
3. Алафузов Иван Иванович // Сайт «Греки России» // URL: <https://rusgreek.ru/alafuzov> (дата обращения: 17.01.2020).
4. **Гаврилов, С.В.** Развитие материального снабжения русской армии в XIX веке: авт. реф. дис. ... на соиск. док. ист. наук. 2010, Санкт-Петербург / Гаврилов С.В. – СПб., 2010.
5. **Габдрафикова, Л.Р.** Фирма Алафузова (вторая половина XIX – начало XX века): промышленная история России / Л.Р. Габдрафикова, Б.И. Измайлов, Р.Р. Салихов. – Казань: Институт истории им. Ш. Марджани АН РТ, 2015. – 276 с.
6. **Мустафина, Г.М.** История Татарстана. XIX век: учеб. пособие / Г.М. Мустафина, Н.П. Муньков, Л.М. Свердлова. – Казань: Магариф, 2003. – 255 с.
7. ОР РНБ. Ф. 451. Оп. 1. Д. 1196.
8. ОР РНБ. Ф. 451. Оп. 1. Д. 1199.
9. **Ушаков, А.С.** Процедура объявления купеческих капиталов в старое и новое время // История Российского купечества / А.С. Ушаков. – М.: Эксмо, 2013 – 640 с.

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ АРЗАМАССКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА)

Н.А. Пакшина, Д.В. Натейкин

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассмотрена важность поиска оптимального соотношения в получении студентами технических вузов теоретических знаний и практических навыков. Рассказывается о «русском методе обучения ремеслам». Говорится о том, что профиль многих учебных заведений на протяжении лет определялся, с одной стороны, требованиями и вектором развития промышленности, а с другой – спецификой вуза, на базе которого они появились.

Ключевые слова: история технического образования, подготовка инженеров, МВТУ, МАИ, Арзамасский филиал МАИ.

Тот факт, что Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева некогда являлся филиалом Московского авиационного института, общеизвестен. Действительно, начиная с 1968 по 1992 гг., наш институт назывался Арзамасским филиалом МАИ. И дело не только в названии и административном подчи-

нении, а главное в специализации. Направления и тематика исследований во многом были продиктованы тем, что ряд преподавателей учились в аспирантуре и докторантуре именно там. Они готовили и защищали свои диссертации в Москве в стенах МАИ. В связи с этим назовем только несколько имен старейших преподавателей нашего вуза – это П.В. Пакшин, А.Б. Лазарева, В.И. Обухов и многие др.

1968 – год создания Арзамасского филиала МАИ, а когда и как появился сам авиационный институт? Датой основания МАИ по праву считают 1930 г., т.е. именно в этом 2020 г. будет праздноваться его 90-летие. Институт был создан в момент разделения другого старейшего вуза Москвы Высшего технического училища (ныне вуз-преемник МВТУ называется МГТУ им. Н.Э. Баумана).

История возникновения самого МВТУ очень интересна, не столь широко известна, и главное, уходит вглубь веков. Итак, не будем нарушать хронологическую последовательность и начнем рассказ о предыстории появления.

МВТУ берет свое начало с создания Императорского Воспитательного дома, крупнейшим жертвователем на создание которого был Прокофий Акинфьевич Демидов [1, с. 71]. Это тот самый Демидов, который приходился внуком основателю династии Демидовых тульскому оружейнику Никите Демидову. Именно П.А. Демидов основал Нескучный сад и прослыл в Москве большим оригиналом и даже чудаком [4, с. 11].

Хотя, следует признать, что для строительства Воспитательного дома (первоначальное название «Сиропитательный») была организована открытая подписка; и многие наши соотечественники внесли свой вклад в это благое дело, например, императрица Екатериной II передала в фонд 100 тыс. руб. одновременно и подписалась на ежегодные отчисления в 50 тыс. Торжественная закладка комплекса зданий состоялась 21 апреля 1764 г.

И все же основателем Воспитательного дома в Москве по праву считается П.А. Демидов (1710–1786), вложивший в его создание и поддержание внушительную по тем временам сумму 1 107 000 руб. Средства, пожертвованные им Московскому Воспитательному дому, заметно превышали сумму, вырученную от продажи всех своих уральских заводов вместе с имевшейся на них готовой продукцией [6, с. 73, 74]. Но, главное, Прокофий Акинфьевич нашел источники постоянных доходов на содержание этого заведения – две казны Ссудная и Сохранная. Создание и той, и другой было инициировано им [4, с. 13]. Именно он вникал во все детали вплоть до учебных программ. Поначалу дети до 11 лет обучались письменности и основам ремёсел в стенах учреждения, а для продолжения образования самых способных выпускников отдавали в сторонние учебные заведения.

И все же Воспитательный дом – еще не училище. Начало этому учебному заведению положила императрица Мария Федоровна осенью 1826 г., издав Повеление об учреждении дома в Немецкой слободе «*больших мастерских для разных ремесел*» и перемещении туда из Московского Воспитательного дома всех ремесленных воспитанников.

Это начинание поддержал император Николай I. Он в 1830 г. утвердил положение о Ремесленном учебном заведении, которое стало коротко имено-

ваться РУЗ и было задумано для обучения 300 «искусных мастеров с теоретическими, служащими к усовершенствованию ремесел и фабричных работ, сведениями» [5]. Расположился РУЗ в Немецкой слободе в специально отремонтированном Слободском дворце. Вскоре началась переориентация системы подготовки воспитанников с кустарных ремёсел на промышленное производство.

Постепенно менялась направленность обучения, техническое оснащение и контингент обучающихся. Было упразднено обучение сапожному и портняжному ремёслам, введено преподавание физики, химии, механики и начертательной геометрии. В новом уставе РУЗ за 1844 г., был установлен шестилетний срок обучения, при этом было разрешено уменьшить число питомцев Воспитательного дома до 250 человек, а 50 вакансий предоставить пансионерам из детей других сословий за плату 70 руб. в год.

В 1850-х гг. при этом учебном заведении был организован опытный завод. Он принимал заказы на коммерческой основе, как от государства, так и от частных лиц. Например, во время Крымской войны на 1854–1855 годах на заводе изготавливали орудийные лафеты очень хорошего качества, и главное они обходились казне дешевле, чем произведённые в арсенале. Выпускники РУЗ были очень востребованы.

А в 1868 г. на его базе появляется Императорское Московское техническое училище (ИМТУ) и становится одним из немногих вузов России подобного профиля. Названное высшее специальное учебное заведение выпускало преимущественно механиков-строителей, инженеров-механиков и инженеров-технологов.

Во второй половине XIX в. высшее техническое образование переживало процесс становления, и это естественно повлияло на организацию учебного процесса в Императорском Московском техническом училище. Профессорами ИМТУ являлись такие выдающиеся ученые, как Д.И. Менделеев, Н.Е. Жуковский, П.Л. Чебышев, С.А. Чаплыгин и др. Их портреты, фотографии, изречения до сих пор находятся на почетном месте музея МГТУ им. Н.Э. Баумана (рис. 1).

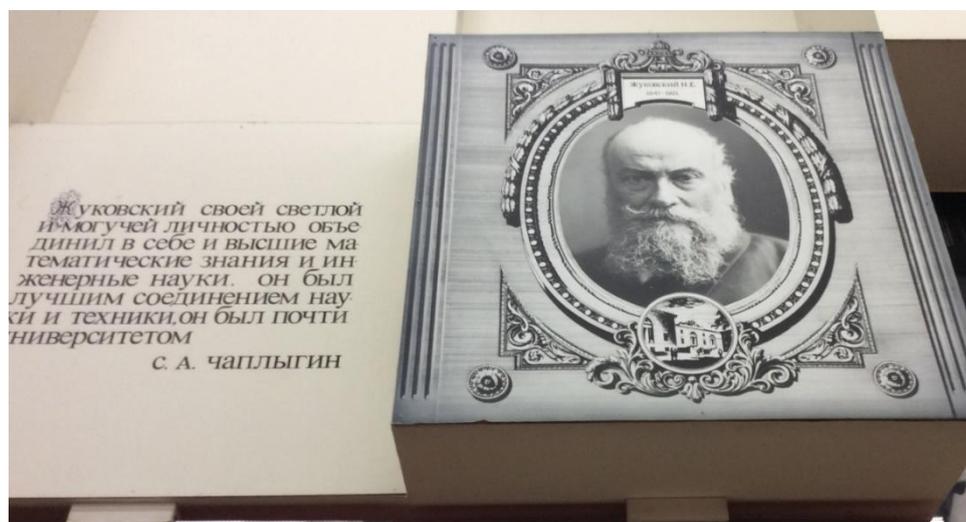


Рис. 1. Экспонат музея МГТУ им. Н.Э. Баумана

Там можно увидеть достаточно редкие экспонаты, касающиеся научной и педагогической деятельности преподавателя курсов «Аналитической механики» и «Воздухоплавания» Н.Е. Жуковского (рис. 2).

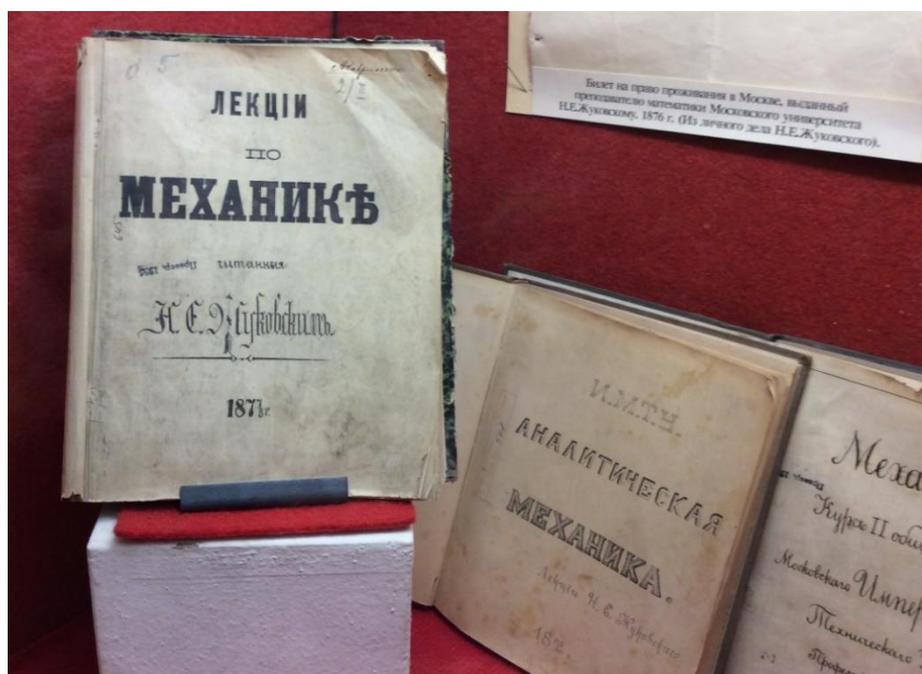


Рис. 2. Подборка печатных и рукописных лекций Н.Е. Жуковского

Широкое распространение получила принятая там система обучения будущих инженеров, так называемый «русский метод обучения ремеслам». Выпускники этой школы являлись не узкими, а энциклопедически образованными специалистами.

По словам академика И.Б. Федорова, причина крылась в существовании тесной связи технических вузов «с естественными факультетами университетов, что повышало теоретический уровень обучения, вело к отказу от узкопрактического подхода к подготовке инженеров.... Такой связи с университетами, как правило, не было у инженерных школ Запада, где техническое обучение носило ремесленно-практический характер» [2].

Теперь попробуем ответить на вопрос о появлении Московского высшего технического училища (МВТУ). Такое название ему дано 6 марта 1917 г. И это был не новый вуз. Оно стало преемником ИМТУ. Несмотря на трудный для нашей страны период, учебное заведение активно развивалось и превращалось в высшую школу политехнического типа, что вполне соответствовало духу времени. В конце 20-х – начале 30-х гг. XX века велась интенсивная перестройка всей системы высшего технического образования. И вот в ноябре 1929 г. вышло Постановление ЦИК и СНК СССР «Об усилении финансирования высшего и среднего индустриального и сельскохозяйственного образования».

МВТУ, которое к началу 1930-х гг. выпускало инженеров по 75 специальностям, решили реорганизовать. Его разделили на пять самостоятельных узкопрофильных вузов.

Одним из них стало так называемое Высшее аэромеханическое училище (ВАМУ). Оно было создано в 1930 г. на базе аэромеханического факультета МВТУ и ровно через полгода переименовано в Московский авиационный институт (МАИ). Вуз организовали в целях обеспечения авиационной промышленности страны высококвалифицированными кадрами.

Институтские корпуса стали возводиться в 1930-е годы на развилке Волоколамского и Ленинградского шоссе, где институт находится и сегодня. Основными направлениями подготовки были моторостроение и самолетостроение, несколько позже был создан факультет авиационного оборудования и приборостроения. Начиная с 1960-х годов, в институте стало активно развиваться аэрокосмическое направление.

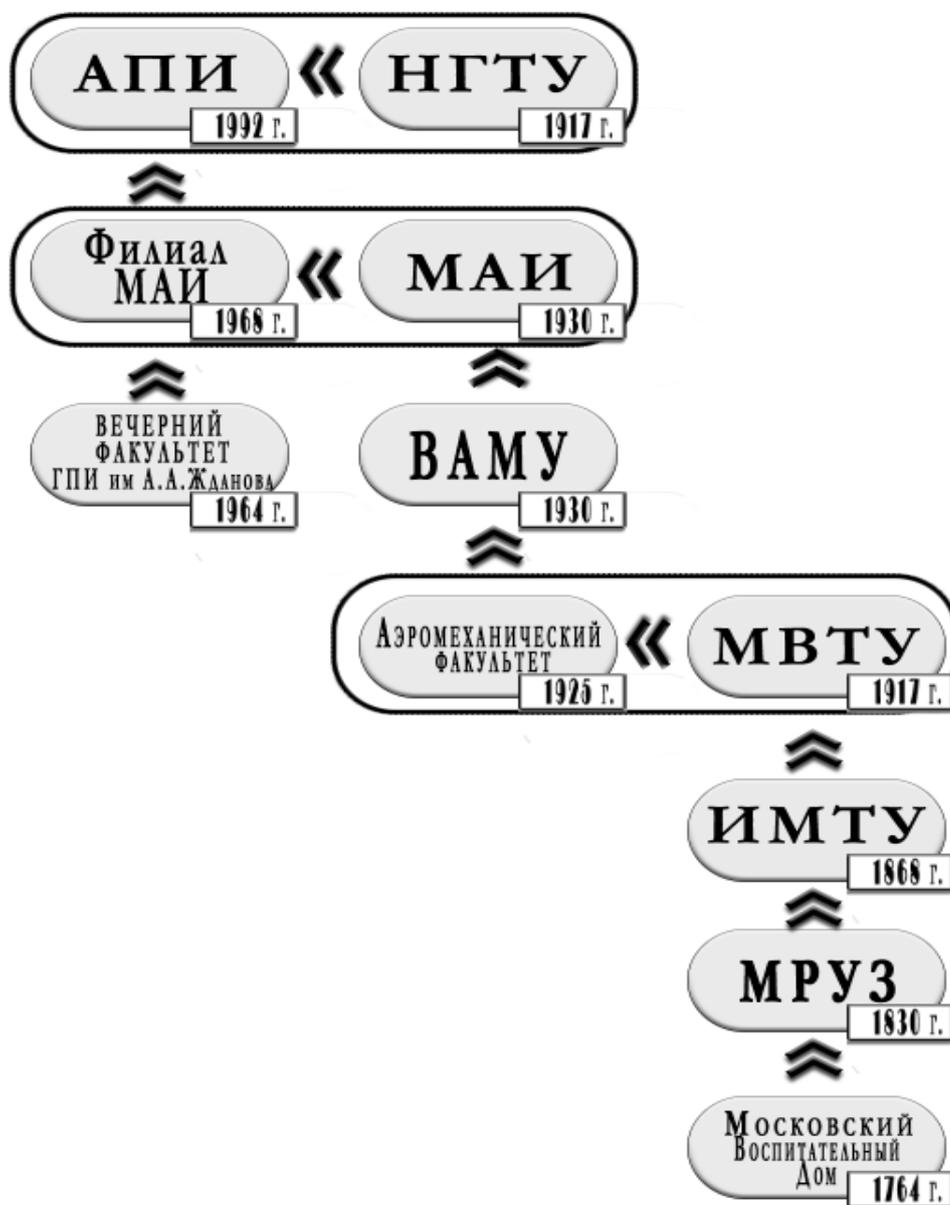


Рис. 3. Отправная страница раздела сайта

Для знакомства студентов Арзамасского политехнического института с представленной историей авторами был создан раздел сайта. Отправная стра-

ница данного web-продукта построена как интерактивная схема, на которой при наведении указателя мыши происходит всплывание небольшой картинки с краткой информацией об учебном заведении (рис. 3), а при щелчке можно вызвать появление страницы с подробной информацией (рис. 4).

Во все времена и во всех странах стояла проблема поиска оптимального баланса теоретической подготовки в инженерных вузах, где готовят не только инженеров-исследователей, но и инженеров для производства. В качестве примера приведем девиз Массачусетского технологического института, который на латыни звучит как «Mens et Manus» (Головой и руками) и указывает на важность не только умственной, но и ручной работы для инженеров [3, с. 184].



Рис. 4. Пример web-страницы

Каждое новое поколение решает эту задачу по-своему. И очень важно, чтобы накопленный опыт передавался. Подходы могут быть разными, но иногда полезно вспомнить, кем были наши предшественники, те, которые стояли у истоков технического образования России, и осознать, на плечи каких гигантов мы можем опереться.

Библиографический список

1. Acta non Verba. Фотокнига-ретроспектива о деятельности Международного Демидовского Фонда. – М., 2019. – 131 с.
2. Императорское высшее техническое училище – эталон русской модели университета // Сайт Федерального центра образовательного законодательства – Электронный ресурс // URL: <http://www.lexed.ru/obrazovatelnoe-pravo/knigi/olesek2006/23.php> (дата обращения: 19.02.2020).
3. **Костюкевич, С.В.** Инженерное образование в бывших советских странах: о дисбалансе теоретической и прикладной подготовки // Белорусская наука в условиях мо-

- дернизации: материалы МНПК, г. Минск, 20-21 сент. 2018 г. / ред.кол. : Коршунов Г.П. (гл.ред.) [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т социологии НАН Беларуси. – Минск: СтроймедиаПроект, 2018. – С. 183-184.
4. **Пакшина, Н.А.** Нижегородские Демидовы: верность традициям // Современные исследования в гуманитарных и общественных науках: сб. ст.; ЦИАИ. Казань. 2015. – Т. 2. –С. 11-14.
 5. **Устинов, Д.Ф.** Во имя победы – Электронный ресурс / С.В. Костюкевич // URL: https://books.google.ru/books?id=4FC7CwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (дата обращения: 21.02.2020).
 6. **Юркин, И.Н.** Демидовы – ученые, инженеры, организаторы науки и производства: опыт науковедческой просопографии / И.Н. Юркин. – М.: Наука, 2001. – 333 с.

ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕТРОСПЕКТИВА ПОДГОТОВКИ ПЕРВОГО ОТРЯДА КОСМОНАВТОВ В СССР

И.А. Субботина¹, Е.А. Кудряшова¹, Д. Ота²

¹ Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

² МБОУ «Лицей», г. Арзамас

Статья посвящена освещению вопроса подготовки первого отряда космонавтов. Описывается организация и процесс подготовки. Приводятся требования и параметры для слушателей первого отряда космонавтов.

Ключевые слова: космос, космонавтика, отряд космонавтов, полет.

Освоение космического пространства долгое время оставалось неподвластной человеку мечтой. Полету Юрия Гагарина предшествовали многолетние научные исследования, испытания, запуск первого искусственного спутника Земли. Космос манил и покорял умы не только ученых, но и политиков, представлял интерес и с точки зрения получения дополнительных ресурсов. Поэтому первый полет человека в космос 12 апреля 1961 г. был воспринят в международном сообществе как подтверждение безграничности людских возможностей. Юрий Гагарин стал «человеком мира», узнаваемым в любых уголках Земли. [1] Однако он прошел суровую подготовку и был избран из числа отряда космонавтов, где каждый мог стать первым покорителем космоса. Следует подчеркнуть уникальность и чрезвычайную сложность поставленной тогда задачи – подготовить человека к первому в истории полету в космос. Да и сама космонавтика тогда делала еще только первые свои шаги. Изучение вопроса о подготовке первого отряда космонавтов не теряет своей актуальности и в настоящее время, поскольку пример пятидесятилетней давности показывает возможности организма человека при высоких требованиях условий невесомости.

Подготовка полета человека в космос велась в условиях секретности. Точкой отсчета стал 1958 г., когда в ГНИИИ (Государственном научно-исследовательском испытательном институте) авиационной медицины началась раз-

работка тем, зашифрованных номерами: 5827 (отбор человека для полета в космос) и 5828 (подготовка человека к первому космическому полету). Руководство было доверено полковнику медицинской службы Владимиру Яздовскому, который уже отвечал ранее за полет в космос собак.

Единственными кандидатами в первый отряд космонавтов стали летчики, среди которых было решено проводить тщательный отбор.

Королев, являвшийся создателем советских ракетно-космических систем, выразил основные требования к будущим космонавтам:

- «Безупречное состояние здоровья при высокой психической устойчивости и общей выносливости организма;
- высокая летная успеваемость при выраженных задатках воли, трудолюбия и любознательности;
- активное желание освоить полеты на ракетных летательных аппаратах;
- антропометрические параметры: рост – не более 170 см, вес – 70–72 кг, возраст – не старше 30 лет» [4].

К осени 1959 г. списки возможных кандидатов были полностью составлены, после чего начался детальный отбор. В Москве стали проходить групповые медицинские осмотры и тесты. Среди основных испытаний называли «нагрузочные пробы», подразумевавшие выдержку в барокамере, полет на центрифуге, тренировки на вибростенде с целью проверки поведения организма в состоянии гипоксии. Кроме здорового организма, кандидаты должны были проявить наличие запаса резервных физических возможностей, поскольку ученые не обладали какими-либо данными о влиянии пребывания в космосе на тело и состояние человека. В дополнение ко всему принимались во внимание психологические особенности личности: кандидаты должны были обладать быстрой реакцией, уметь принимать решения и четко выполнять свои обязанности (вплоть до автоматизма). После подобных испытаний и медицинских осмотров первоначальный список, состоящий из полутора тысяч человек, сократился до двадцати слушателей [5].

После этого начался этап свертотбора, так как провалить космическую операцию в условиях «холодной» войны было недопустимо. Утром 14 марта 1960 г. начались теоретические лекционные занятия. Вводные лекции прочитал Владимир Яздовский, который подробно описывал действие невесомости, перегрузок, возможные медицинские последствия полета. Узнав об отсутствии лекций в области физики и космонавтики, Сергей Королев порекомендовал сотрудникам Академии наук присоединиться к числу лекторов. Личное знакомство членов первого отряда с главным конструктором состоялось 18 июня 1960 г. Королев показал Опытный завод в подмосковных Подлипках, где готовился корабль «Восток».

Следующим по плану было тестирование в сурдокамере, где каждый из первого отряда провел десять суток, находясь в полной изоляции от внешнего мира. С помощью специальных приборов, установленных внутри, фиксировали определенные сигналы и импульсы организма: частоту дыхания, потенциалы мышц и мозга, реакции кожи, снимали электрокардиограмму. При этом человек

должен был реагировать на определенные команды (порой неожиданные) и выполнять задания, подававшиеся дистанционно. Так определялась степень готовности организма человека на погружение в стрессовую обстановку [3].

Далее следовало погружение в термокамеру, время пребывания в которой ограничивалось промежутком от получаса до двух часов. Однако условия испытания были изнуряющими, поскольку температура в камере поднималась до семидесяти градусов по Цельсию при влажности воздуха до десяти процентов. Для оценки динамики переносимости высоких температур процедура выполнялась до девяти раз.

Помимо перечисленных нагрузок для каждого члена первого отряда космонавтов были составлены индивидуальные программы тренировок, укрепляющие вестибулярный аппарат. При этом использовались батуты, качели Хилова, кресло Барани, рейнское колесо, а также специальные стенды, позволяющие балансировать на неустойчивой опоре, комбинировать вращение и балансирование, создавать так называемые «оптокинетиические раздражения» – мелькающие объекты в поле зрения [2].

К концу лета в группе осталось шесть человек (остальные члены отряда были отчислены по медицинским показаниям или по дисциплинарным проступкам). С поздней осени кандидаты начали готовиться в полноразмерном макете корабля «Восток», включая тренировки в скафандрах, аварийный режим полета, отработку навыков ручного управления [6].

К началу следующего года была разработана очередность полетов космонавтов в следующем порядке: Гагарин, Титов, Нелюбов, Николаев, Быковский, Попович. Таким образом, имя первого человека в космосе стало известно узкому кругу уже в январе 1961 г. В такой же последовательности начали изготавливать индивидуальные скафандры «СК-1». Однако к апрелю были готовы только три, предназначенные для первых троих: Гагарина, Титова и Нелюбова. В силу этой причины 12 апреля на Байконуре были только перечисленные космонавты. Титов и Нелюбов были готовы заменить Юрия Гагарина в случае необходимости.

12 апреля 1961 г. Юрий Гагарин на корабле «Восток» совершил одновитковой полет вокруг Земли. Его успешное завершение доказало факт безграничности возможностей человека, вплоть до сохранения работоспособности в условиях космической невесомости.

Библиографический список

1. **Железняков, А.** Первый навсегда // Воздушно-космическая сфера. – 2016. – № 1 (86). – С. 74-83.
2. **Крючков, Б.** Как отбирали в первый отряд космонавтов / Б. Крючков, А. Курицын // Родина. – 2012. – № 8. – С. 6-7.
3. Первая группа космонавтов СССР [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ria.ru/20150307/1051073802.html>, свободный (дата обращения: 26.02.2020).
4. **Первушин, А.** Они могли быть на месте Гагарина. История первого отряда космонавтов / А. Первушин/ [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mirf.ru/science/istoriya-pervogo-otryada-kosmonavtov>, свободный (дата обращения: 29.02.2020).

5. Сидорчик, А. История первого отряда. Из 20 кандидатов в космонавты полетели только 12 / А. Сидорчик / [Электронный ресурс] Режим доступа: https://aif.ru/society/history/istoriya_pervogo_otryada_iz_20_kandidatov_v_kosmonavty_poleteli_tolko_12 , свободный (дата обращения: 27.02.2020).
6. Чужа, Ю. Как это выглядело: подготовка первых космонавтов / Ю. Чужа / [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://birdinflight.com/ru/vdohnoveniye/resursy/kak-eto-vyglyadelo-podgotovka-pervyh-kosmonavtov.html>, свободный (дата обращения: 28.02.2020).

ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОСЧЕТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ В СССР

И.В. Филипчук

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

На основе анализа научной литературы описываются достижения и неудачи научно-технической революции в СССР в первые послевоенные десятилетия. Отмечается, что Советскому Союзу удалось осуществить настоящие технологические прорывы, обеспечить высокие темпы экономического роста, особенно в сфере ОПК.

Ключевые слова: научно-техническая революция, «холодная война», наука и производство.

С окончанием Великой Отечественной войны Советский Союз активно вступил в первую волну научно-технической революции. Перед отечественной наукой в это тяжелое для всей страны время ставилась серьезная задача: в короткий срок разработать такие средства техники и достичь таких научных результатов, позволившие бы не только воссоздать на более высокой технологической базе разрушенное войной, а также обеспечить последующий технический прогресс различных отраслей народного хозяйства.

В условиях международной конфронтации со странами Запада и начавшейся «холодной войной» правительством обеспечивались огромные вложения интеллектуально-людских и материально-организационных средств в приоритетные для того времени научно-технические направления: ядерную энергетику, квантовую электронику, космическую технику. Существенный оборонный потенциал перечисленных направлений обеспечил им первоочередной режим развития, а именно формирование принципиально новых направлений фундаментальных исследований и своевременное использование их результатов [5, с. 44].

За годы войны отечественная наука потеряла большое число ученых и лишилась целого ряда научно-исследовательских учреждений. Поэтому IV пятилетний план (1946–1950 гг.) предусматривал увеличение ассигнования на научно-исследовательскую работу (расходы на образование выросли в 1,5 раза, а на науку – в 2,5 раза), на реконструкцию и создание новых научных учреждений, модернизацию их оборудования. Воссоздать эти учреждения предполагалось на

современной технологической основе, обеспечить их новейшей аппаратурой и разработать новые методы исследования. В первые послевоенные годы были восстановлены лаборатории, институты, обсерватории и опытные станции, разрушенные в годы войны. Расширилась сеть научно-исследовательских институтов и конструкторских организаций, развивались существующие и создавались новые академические и отраслевые научные центры.

Потенциал для развития научно-технического творчества в инженерной среде был заложен еще в годы Великой Отечественной войны, когда ценой колоссальных усилий удалось победить нацистскую Германию, уровень технологического развития которой в начале 40-х годов XX в. уступал, пожалуй, только США. Война продемонстрировала огромное значение науки и техники в жизни любой страны. Без преувеличения отметим, что именно советские ученые и инженеры смогли выиграть военно-техническое соперничество с Германией, обеспечив значительное (к 1945 г. буквально на порядок) преимущество советских Вооруженных сил в новейших танках, самолетах, артиллерии.

Война не только показала необходимость поддержки со стороны государства фундаментальных и прикладных научных исследований, но и поставила вопрос формирования системы квалифицированных кадров инженерно-технической интеллигенции. Для этого в стране начали открываться новые высшие технические учебные заведения. Если в 1940 г. студенты втузов составляли 25,2 % всего студенчества, то в 1958 г. – 39,4 %.

В конце 1940-х гг. советское правительство вернулось к решению вопроса создания элитного технического высшего учебного заведения. Им стал Московский физико-технический институт (МФТИ), созданный в 1947 г. как факультет Московского государственного университета. В 1951 г. он получил независимость. Одновременно были образованы еще 26 технических вузов, в том числе Томский инженерно-строительный институт, Политехнический институт в Комсомольске-на-Амуре, Новосибирский электротехнический институт и другие. Во втузах в дальнейшем для подготовки ученых-инженеров применялись индивидуализированные методики, которые опережали зарубежные образовательные системы, например так называемая «физтеховская» модель обучения. Преподавательскую деятельность на базовых кафедрах втузов вели известные ученые, которые читали студентам уникальные по содержанию лекции, под руководством сотрудников институтов на базовых кафедрах проводились лабораторные практикумы, выполнялись курсовые и дипломные работы. Таким образом, после войны растет число инженерных кадров, занятых в различных отраслях народного хозяйства. По данным статистики в 1928 г. инженеров в СССР было 48 тыс. чел., к 1940 г. их численность выросла на 250 тыс., а в конце 1950-х гг. перешла за миллионную отметку.

Наибольшие успехи Советского Союза в ходе научно-технической революции безусловно были в сфере военно-промышленного комплекса. В СССР в то время функционировало множество прикладных научно-исследовательских

институтов, система высшего образования, конструкторские бюро и лаборатории при заводах, система Академии наук СССР, производства в «закрытых городах» (ЗАО – закрытые территориальные образования), которые занимались разработкой и опытно-конструкторскими работами по оборонной тематике. Ярким примером закрытого территориального образования, имевшим первостепенное значение для всего советского ВПК, стал Арзамас-16, сейчас г. Саров, Нижегородской области. Люди, трудившиеся здесь, на долгие годы определили многие направления развития атомной отрасли. Создание первой советской атомной бомбы, термоядерного оружия, дальнейшее их качественное совершенствование, не только гарантировало стратегический паритет между СССР и США, но и поставило город в ряд величайших научных центров страны [2, с. 37].

Неудивительно, что именно в конце 1940-х – 1950-е гг. консенсус между научно-технической интеллигенцией и партийно-государственной номенклатурой стал двигателем, позволившем СССР вырваться вперед по ряду главнейших направлений научно-технического прогресса. Например, академики С.И. Вавилов, И.Е. Тамм, Т.А. Черенков и И.М. Франк внесли большой вклад в развитие экспериментальной физики нейтронов и изучение люминесценции. Под руководством Франка был создан импульсный реактор на быстрых нейтронах. В 1947 г. под руководством С.П. Королева была успешно завершена работа по созданию первой советской баллистической ракеты-носителя. Это обстоятельство уже в 1954 году позволило принять на вооружение Советской Армии новейшие образцы ракетно-ядерного оружия.

Не менее важными стали исследования в области физики полупроводников, заложившие основы развития радиоэлектронной промышленности. Они проводились под руководством академика А.Ф. Иоффе. После войны в СССР были введены в строй первая атомная электростанция, самый мощный пассажирский реактивный самолет, межконтинентальная баллистическая ракета, покорен космос, первый атомный ледокол. Лазеры сулили чудеса новых технологий. Много говорилось о том, что комплексная механизация и автоматизация уже в 1960–70-е гг. полностью вытеснят тяжелый, монотонный ручной труд.

В 1950-е гг. создаются и в дальнейшем получают обширное применение в научных исследованиях, промышленном производстве, а впоследствии и управлении электронно-вычислительные машины (ЭВМ). Их можно назвать символом научно-технической революции. Благодаря появлению ЭВМ, стало возможным начало перехода от человека к машине выполнения логических функций, а в дальнейшем – переход к автоматизации производства и управления.

В 1940-50-е гг. отечественная научная школа по праву являлась одной из наиболее авторитетных в мире. Выбрав верные приоритеты развития в области науки и техники, СССР сумел в общем успешно пройти первый этап научно-технической революции, осуществить настоящие технологические прорывы,

гарантировать высокие темпы экономического роста в производстве товаров группы А.

Здесь следует отметить одно противоречие. Оно заключалось в том, что значительное число достижений отечественной системы организации науки и образования приходилось на область фундаментальных исследований, а с процессом организации внедрения этих результатов в хозяйственную деятельность дело обстояло гораздо хуже. (Нельзя забывать, что когда говорят о научно-технической революции, то в первую очередь подразумевают процесс интеграции науки и производства). СССР на протяжении 1950-80-х гг. серьезно отставал от передовых стран Запада по численности изобретений в области сферы услуг, химии и экологии – основополагающих отраслей в деле построения постиндустриального общества [4].

Политические решения XX съезда КПСС и последовавшая за ним «оттепель» породили в интеллектуальных кругах страны искренний энтузиазм и большие надежды. Подтверждением служат воспоминания академика Н.Н. Моисеева: *«Вообще пятидесятые и первая половина шестидесятых годов были очень светлым временем для нашей научно-технической интеллигенции. Ее энергия, ее способности, умение – все это было нужно народу, нужно стране, нужно государству. Причины тому хорошо известны, они были известны и нам, но это несколько не снижало нашего рабочего энтузиазма. Наоборот, мы чувствовали свою причастность к становлению Великого Государства. Что может сравниться с ощущением востребованности, нужности? ... В те годы я много ездил по заграницам, читал циклы лекций, выступал с докладами и всюду читал их по-русски – кроме Франции, поскольку говорил по-французски. Аудитории всегда были большими и заинтересованными. Я видел, что в той области науки, где я работал, мы идем, по меньшей мере, вровень с Америкой. И мне порой казалось, что я увижу, как однажды русский язык утвердится в роли второго интернационального языка научного общения. Иллюзия – все-таки хорошая вещь, она рождает веру в будущее, энергию и увлеченность, а значит и новые стимулы. И новые идеи. Но симптомы неблагополучия появились уже тогда, более чем за тридцать лет до начала перестройки. Мы их увидели очень рано, но надеялись, что они еще не говорят о смертельном недуге и верили в то, что есть надежда, что они постепенно могут быть устранены волею тех, от которых зависят судьбы страны»* [3].

Однако уже с конца 1950-х гг. мощный рост сменился спадом. Причины этого процесса – тема острых дискуссий в научной среде в настоящее время [1, с. 81]. Исследователи Е.В. Бодрова, В.В. Калинов считают, что полноценной интеграции науки и производства мешали ведомственный подход, недостатки плановой системы с ее жесткой регламентацией и централизмом, ориентацией, прежде всего, на объемы выпускаемой продукции, но не на модернизацию производства. Серьезным просчетом государственной экономической и научно-технической политики этого периода стало недостаточное внимание к внедре-

нию научных достижений вне оборонного комплекса и отработке самих механизмов внедрения.

Библиографический список

1. **Бодрова, Е.В.** Государственная научно-техническая политика в период "оттепели": провалы и причины торможения модернизации / Е.В. Бодрова, В.В. Калинов // Российский технологический журнал. – 2017. – Т. 5. – № 5 (19). – С. 70-85.
2. **Егошина, М.В.** Социальное развитие ЗАТО г. Саров в 40-50-е годы XX века // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса: история, реальность, инновации: межвуз. сб. ст. по материалам III Всероссийской научно-практической конференции. – 2016. – С. 37-40.
3. **Моисеев, Н.Н.** Как далеко до завтрашнего дня. Свободные размышления. 1917–1993. [Электронный ресурс] URL: <http://nikitamoiseev.livejournal.com/6800.html> (дата обращения: 16.03.2020).
4. Опыт социального развития Нижегородской области в 40-80-е годы XX века: монография / Г. Ш. Сагателян, А. Н. Апарин, И. В. Филипчук [и др.] / под ред. Г. Ш. Сагателяна; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2013. – 387 с.
5. **Несветайлов, Г. А.** Большая наука в большом обществе // Социологические исследования. – 1990. – № 11. – С. 43-55.

2 СЕКЦИЯ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ИННОВАЦИОННО-АКТИВНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК

Л.А. Борискова, Н.С. Бычкова

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассматриваются отличительные особенности оборудования, используемого на стадии НИОКР, и оборудования, используемого на стадии производства. Проанализированы возможные пути решения проблемы при отсутствии нужного оборудования на предприятии. Выделены основные недостатки существующих методик по оценке эффективности проектов технического перевооружения стадии НИОКР.

Ключевые слова: проекты технического перевооружения, инновационно-активные предприятия ОПК.

Предприятия оборонно-промышленного комплекса являются одними из высокотехнологичных предприятий отечественной экономики. На предприятиях ОПК осуществляются научно-технические разработки, создаются новые виды продукции, разрабатываются технологические процессы, которые затем определяют приоритеты технологического развития отраслей. Предприятия ОПК не только создают высокотехнологичную конкурентоспособную продукцию и способствуют сохранению Россией своих позиций на мировых рынках продукции военного назначения, обеспечивая потребности Вооруженных Сил РФ в современных и перспективных образцах ВВТ, но и обеспечивают гражданский сектор экономики в наукоёмкой продукции.

Для того чтобы предприятия отечественного ОПК обеспечивали развитие инновационной экономики и являлись базой для создания высокотехнологичной военной и гражданской продукции, необходимо активизировать их инновационную деятельность. При этом в рамках своей инновационной деятельности предприятия могут развиваться по двум направлениям: первое направление предполагает самостоятельное проведение НИОКР и внедрение его результатов в производство; второе направление предусматривает приобретение результатов НИОКР у сторонних организаций (НИИ, научно-производственных предприятиях, вузов и т.д.) и налаживание серийного выпуска новой продукции в собственное производство.

У предприятий, осуществляющих НИОКР самостоятельно, высокий удельный вес опытно-экспериментального, узкоспециализированного, испытательного оборудования, без которого невозможно успешное проведение НИ-

ОКР и его внедрение в производство. Именно данное оборудование определяет современный технический уровень производства ОКР, является активной частью основных фондов, непосредственно определяющих конкурентоспособность разработанной и производимой продукции.

Проекты, связанные с техническим перевооружением инновационно-активных предприятий ОКР, можно разделить на две группы: к первой относятся проекты, направленные исключительно для применения оборудования на стадии НИОКР (экспериментальные установки, стенды для испытаний и т.д.); вторая группа включает проекты технического перевооружения, которые можно использовать как на стадии НИОКР, так и на стадии внедрения и производства. К данной группе проектов можно отнести оборудование, используемое на стадии НИОКР для изготовления опытных образцов (опытной партии), на стадии внедрения – для производства новой продукции, с целью ее серийного выпуска.

Выявлены отличительные особенности проектов технического перевооружения, используемого на стадии НИОКР, в сравнении с проектами технического перевооружения стадии внедрения и производства (табл. 1).

Таблица 1

Отличительные особенности оборудования, используемого на стадии НИОКР, и оборудования, используемого на стадии производства продукции

Отличительные признаки	Оборудование на стадии НИОКР	Оборудование на стадии производства продукции
Цель приобретения	Провести испытания и изготовление опытных образцов	Обеспечить серийный выпуск новой продукции
Персонал	Обязательно наличие высококвалифицированного, специально подготовленного, с достаточным опытом работы обслуживающего инженерно-технического персонала	Обязательно наличие высококвалифицированных производственных рабочих
Загрузка оборудования	Крайне неравномерная и недостаточная	Стабильная и преимущественно полная
Место проведения	Научно-производственное предприятие, опытный завод, лаборатории и цеха инновационно-активного предприятия	Цеха инновационно-активного предприятия, промышленное предприятие серийного производства

Инновационно-активные предприятия ОКР, осуществляющие НИОКР самостоятельно, при проведении лабораторных и стендовых испытаний, а также при изготовлении опытных образцов, проблему отсутствия нужного оборудования могут решить следующими способами:

1. Приобрести новое оборудование, что потребует дополнительных инвестиционных вложений, исключит необходимость останавливать промышленный выпуск уже производимой продукции и позволит начать изготовление опытных образцов или серийного производства новой продукции.

2. Взять во временное пользование необходимое оборудование у сторонней организации (заказчика, инновационного центра).

3. Использовать аутсорсинг, т.е. отказаться от производства определённых видов работ по проведению НИОКР и приобрести услуги по их выполнению у другой, специализированной организации. Принятие решения о привлечении аутсорсера при проведении НИОКР должно проводиться: *во-первых*, с учетом необходимости и возможности самого предприятия приобрести нужное оборудование; *во-вторых*, индивидуальных особенностей привлекаемого аутсорсера; *в-третьих*, с учетом нестабильности процесса разработки и постановки продукции на производство, для которого осуществляется техническое перевооружение.

Прежде чем принять решение о реализации проектов, связанных с приобретением оборудования по техническому перевооружению стадии НИОКР и стадии производства, необходимо провести оценку их эффективности. Оценка эффективности проектов целесообразно осуществлять на основе многокритериального подхода.

Необходимость многокритериальной оценки проектов, связанных с приобретением оборудования по техническому перевооружению, определяется следующими обстоятельствами: большим масштабом затрат, которые требуются для технического оснащения производства инновационной продукции; ограниченностью средств, имеющихся у предприятия; необходимостью снижения технического и экономического риска; необходимостью соответствия результатов технического перевооружения стратегии предприятия и т.д.

Практическая реализация многоцелевого подхода к оценке данных проектов позволит повысить уровень научной обоснованности получаемых решений. При этом применение только экономических показателей для оценки эффективности недостаточно по причине высокой его сложности и специфичности как объекта управления. Объективная оценка эффективности исполнения того или иного проекта технического перевооружения может быть получена только на основе системы показателей, характеризующей различные аспекты, в том числе и эффективность разработки, для производства которой реализуются проекты технического перевооружения.

Таким образом, проекты по техническому перевооружению стадии НИОКР и стадии производства рассматриваются с двух позиций: с одной стороны, с позиции возможности проведения проекта, его реализуемости на инновационно-активном предприятии ОПК; с другой стороны, с позиции необходимости внедрения результатов НИОКР в производство, что предполагает оценку эффективности проекта с учетом показателей, характеризующих не только сам проект, но и разработку, для которой он выполняется.

Определение системы показателей для отбора вариантов технического перевооружения представляется наиболее сложным процессом, так как при достаточно широком внимании, которое уделяется в современной теории и практике инновационного менеджмента оценке эффективности инвестиционных проектов, до сих пор ряд проблем, с которыми сталкиваются предприятия при выборе проектов технического перевооружения стадии НИОКР, освещены недостаточно:

- *во-первых*, отсутствует единый взгляд относительно критериев и методов оценки эффективности проектов технического перевооружения;

- во-вторых, отсутствуют универсальные методики для оценки эффективности различных проектов технического перевооружения;
- в-третьих, недостаточно учитываются особенности разработок, для производства которых проводится техническое перевооружение.

В научной литературе, как правило, рассматриваются показатели, характеризующие эффективность инвестиционного проекта, представленные в «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционного проекта». Однако применение этого методического инструментария для оценки эффективности проектов технического перевооружения стадии НИОКР имеет следующие недостатки:

- затрудняет выбор варианта инвестиций в техническое перевооружение, способствующего выпуску наиболее конкурентоспособной разработки;
- не выделяет критерии технической оценки наиболее эффективного варианта инвестиций в техническое перевооружение;
- не позволяет определить реальный срок окупаемости инвестиций, направленных в техническое перевооружение;
- отсутствует учёт количественных и качественных показателей, характеризующих взаимодействие со сторонними организациями, персонал предприятия;
- оценка возможности аутсорсинга производится отдельно от оценки эффективности приобретения оборудования, что усложняет оценку и не позволяет сопоставить эффективность по всем показателям;
- отсутствует чётко прописанная, формализованная процедура оценки целесообразности продолжения использования аутсорсинга.

В целях устранения указанных недостатков, необходимо разработать систему показателей, характеризующую различные аспекты эффективности проектов по техническому перевооружению стадии НИОКР, методику интегральной оценки эффективности, процедуру оценки возможности использования аутсорсинга при разработке новой продукции и ее внедрение в производство.

Все это обуславливает необходимость дальнейшего развития теоретических и методологических аспектов, позволяющих совершенствовать оценку эффективности проектов технического перевооружения инновационно-активных предприятий ОПК с целью установления целесообразности их включения в инновационно-инвестиционную программу предприятия.

Библиографический список

1. **Глебова, О.В.** Системы оценки и мониторинга НИОКР научно–производственных предприятий оборонно-промышленного комплекса: монография / О.В. Глебова, Ф.Ф. Юрлов, Л.А. Борискова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Н. Новгород, 2012. – 131 с.
2. **Глебова, О.В.** Управление процессами технического перевооружения: монография / О.В. Глебова, М.Н. Митрофанова, Е.Г. Моисеева, Л.А. Борискова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Н. Новгород, 2013. – 200 с.

3. **Глебова, О.В.** Оценка проектов технического перевооружения стадии НИОКР инновационно-активных предприятий/ О.В. Глебова, Л.А. Борискова, О.В. Грачева, К.С. Галкина // Управление экономическими системами. Электронный научный журнал. – 2015. – №6.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция). – М.: Экономика, 2000.

ПРОЦЕДУРА УПРАВЛЕНИЯ ПРОБЛЕМАМИ ПРОЕКТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ В РАМКАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРАТЕГИИ ДИВЕРСИФИКАЦИИ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОБОРОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

О.В. Глебова, А.В. Симонов, О.В. Грачева

ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород

Отличительная особенность проектов по разработке программного обеспечения, которое используется на крупных отечественных оборонных предприятиях, заключается в наличии большого количества проблем на разных стадиях проекта. Поэтому при управлении информационными проектами достаточно активно используются различные гибкие методы. В статье предлагается процедура управления проблемами проектов по разработке и внедрению программных продуктов в рамках обеспечения стратегии диверсификации на отечественных оборонных предприятиях. Использование предлагаемой процедуры способствует накоплению опыта при разрешении сложных проблем информационных проектов.

Ключевые слова: ОПК, стратегия диверсификации, управление проблемами проектов, информационные проекты.

Отечественные оборонные предприятия в настоящее время решают сложную задачу, связанную с необходимостью увеличения доли гражданской продукции. При решении этой задачи возникают различные трудности [3].

Для управления высокотехнологичными гражданскими проектами на стратегическом, тактическом и оперативном уровне активно используются программные продукты, разработанные собственными силами оборонных предприятий.

Проекты, направленные на разработку и внедрение программных продуктов для обеспечения успешной реализации стратегии диверсификации на отечественных оборонных предприятиях, неизбежно связаны с возникновением проблем. Однако вопросы, связанные с управлением проблемами информационных проектов, реализуемых на оборонных предприятиях, недостаточно полно рассмотрены в отечественных и зарубежных публикациях и стандартах [2, 6, 7, 8, 9].

Процессы, используемые для управления проблемами, могут быть более простыми или более строгими в зависимости от размера проекта. Предлагаемая в данной статье процедура предназначена для крупных информационных проектов и состоит из следующих основных этапов.

1. *Определение и документирование проблемы информационного проекта.* Необходимо постоянно отслеживать возникающие проблемы у любых заинтересованных сторон информационного проекта (заказчиков, команды ис-

полнителей проекта, пользователей, потенциальных сторонних покупателей, спонсоров и т.д.). Проблема может быть раскрыта различными средствами (устными или письменными), но для дальнейшего успешного разрешения она должна быть задокументирована. При этом необходимо различать текущие проблемы (которые ранее представляли риски информационного проекта и в настоящее время негативно влияют на успех проекта) от потенциальных проблем (рисков) проекта; необходимых решений в ходе реализации информационного проекта, которые не являются проблемными; отдельных элементов деятельности в рамках разработки и внедрения информационного проекта. Если проблема выглядит слишком сложной для разрешения, рекомендуется разбивать ее на логические подзадачи [5].

2. *Разрешение конфликтных ситуаций в рамках информационных проектов.* Если между сторонами, которые вовлечены в проблему, уже сформировался конфликт, необходимо срочно его идентифицировать, подобрать соответствующий механизм разрешения и сосредоточить внимание каждого из участников конфликтной ситуации на решении проблемы [1].

3. *Введение выявленных проблем информационного проекта в журнал.* Формат и содержание регистра вопросов журнала проблем должны быть адаптированы к специфическим особенностям проекта и соответствовать принятым в организации стандартам. Журнал может быть сформирован с помощью доступной базы данных, электронной таблицы или простого текстового документа. Ведение подобного журнала позволяет накапливать опыт разрешения различных видов проблем информационных проектов. Журнал проблем, как правило, *содержит следующую информацию* [5]:

- название проблемы (уникальное и короткое);
- классификацию или тип проблемы проекта, которые обычно основаны на том, какой аспект деятельности (безопасность, качество и т.д.) или вид процесса (соглашения, организационного обеспечения, технического управления или технические процессы) информационного проекта затронут;
- состояние (статус) проблемы:
 - в ожидании (проблема еще не полностью определена),
 - открытая проблема (в рамках которой ведутся работы),
 - закрытая проблема (проблема разрешена);
- ответственное лицо, которое выявило проблему и отслеживает ее статус;
- дату выявления или регистрации проблемы;
- краткое описание проблемы и ссылки на соответствующие документы;
- приоритет проблемы проекта, который учитывает сроки реализации воздействий;
- менеджер проблемы проекта (лицо, которому поручено решить проблему);
- ресурсы, выделенные для работы над проблемой;
- целевую дату разрешения;
- фактическую дату и принятые меры для окончательного разрешения проблемы.

4. *Выбор и назначение менеджера проблемы.* Выбираются лица, обладающие навыками разращения выделенного типа проблем. Они отслеживают ход решения проблемы и представляют отчеты по обновлению статуса проблемы.

5. *Определение воздействия проблемы на информационный проект.* Анализ воздействия необходим, чтобы оценить масштаб проблемы. Необходимо определить области проекта и заинтересованные стороны, которые связаны с проблемой, а также, сколько времени потребуется для решения проблемы. После определения проблемы члены команды по ее разрешению разрабатывают одно или несколько возможных решений.

6. *Определение даты решения проблемы проекта.* Временные параметры должны быть определены и зарегистрированы в журнале для каждой выявленной проблемы проекта.

7. *Определение приоритета проблемы проекта.* Приоритет проблемы в большей степени зависит от сроков реализации воздействия [5].

8. *Формирование команды для решения проблемы информационного проекта.* Необходимо предоставить руководящие указания относительно того, когда члены команды могут принимать решения самостоятельно и в каких случаях привлекать более опытных старших сотрудников. Участникам команды рекомендуется принять решение самостоятельно, если:

- a. Отсутствует существенное влияние на усилия, продолжительность или стоимость информационного проекта.
- b. Решение не приведет к тому, что проект выйдет за рамки или отклонится от ранее согласованных требований.
- c. Решение не является чувствительным относительно обеспечения стратегии диверсификации оборонного предприятия.
- d. Принятие решения не влияет на ранее согласованные обязательства.
- e. Решение не будет способствовать возникновению новых рисков информационного проекта.

9. *Разработка методов разрешения проблемы информационного проекта.* Менеджер проблемы проекта делегирует членам команды задания. Члены команды изучают варианты, доступные для решения проблемы, и для каждого варианта оценивают влияние на информационный проект с точки зрения бюджета, графика, масштаба, риска и других факторов, таких как выявление негативного влияния на отслеживание разработки и реализации высокотехнологичных гражданских проектов.

10. *Получение согласия на разрешение проблемы информационного проекта.* Различные альтернативы и степень их влияния на график и бюджет проекта документируются в журнале проблем. Затем эта информация передается менеджером проблемы заинтересованным сторонам (например, совету по управлению проектом или спонсору) для обсуждения и решения. Менеджер проблемы проекта должен дать рекомендацию и может иметь полномочия выбирать из альтернатив. Каждая резолюция должна включать набор согласованных действий. Если согласованное решение включает в себя изменения в проекте, согласованное решение формализуется в процессе контроля изменений.

11. *Добавление плана действий по разрешению проблемы в план управления информационным проектом.* После согласования решения соответствующие корректирующие действия добавляются в график и другие документы, чтобы гарантировать, что решение проблемы действительно выполняется [4].

12. *Контроль прогресса в рамках разрешения проблемы информационного проекта.* Используя план действий и график проекта, необходимо отслеживать прогресс в решении проблемы. Каждое успешно выполненное действие отмечается в журнале проблем.

13. *Закрытие проблемы информационного проекта в журнале.* Анализируется общая эффективность разрешения проблемы. В журнале фиксируются извлеченные уроки в ходе процесса разрешения проблемы.

14. *Формирование отчета о состоянии проблемы информационного проекта.* Связь через отчет о состоянии. Готовится сообщение о статусе и решениях проблем членам проектной команды и другим заинтересованным участникам с помощью методов, установленных в плане управления коммуникациями, включая отчет о состоянии проекта.

Таким образом, для успешной реализации информационных проектов, которые способствуют обеспечению выполнения стратегии диверсификации оборонных предприятий, целесообразно разрабатывать процедуры управления проблема проекта от их идентификации до завершения и закрытия.

Библиографический список

1. **Глебов, В.В.** Управление конфликтными ситуациями в сфере науки и инноваций: учеб. пособие / В.В. Глебов [и др]; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2019. – 203 с.
2. ГОСТ Р 57193-2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – Электронный ресурс // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200141163> / (дата обращения: 10.02.2020).
3. **Гусева, И.Б.** Формирование экономической политики управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса с использованием современных технологий управления / И.Б. Гусева, П.И. Далекин, Д.О. Лавричева // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 8 (75). – С. 65-73.
4. **Green, J.** Project Issue Management Plan, Commonwealth of Massachusetts Information Technology Division (March 20, 2009). – Электронный ресурс // URL: file:///C:/Users/User/Downloads/CW_Issue%20Management%20Plan%20Sample%20v0.1.pdf (дата обращения: 21.02.2020).
5. Mosaic's PMKI Free Library. Issues Management. – Электронный ресурс // URL: https://mosaicprojects.com.au/WhitePapers/WP1089_Issues_Management.pdf (дата обращения: 21.02.2020).
6. **Mossalam, A.** Projects' issue management / A. Mossalam // HBRC Journal. – 2018. Vol. 14. № 3. P. 400-407. <https://doi.org/10.1016/j.hbrj.2017.12.001>.
7. **Pashchenko, D.S.** Identification of the main problems of change management in software development companies: Research in the CEE region / D.S. Pashchenko // Business Informatics. – 2016. № 3 (37). P. 54–61. DOI: 10.17323/1998-0663.2016.3.54.61.
8. PMBOK® Guide. Project Management Institute (PMI). Sixth Edition (2017). – Электронный ресурс // URL: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok> (дата обращения: 20.12.2019).
9. The Standard for Risk Management in Portfolios, Programs, and Projects. Project Management Institute (PMI). First Edition (2019). – Электронный ресурс // URL: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/risk-management> (дата обращения: 20.12.2019).

ПОВЫШЕНИЕ ЗНАЧИМОСТИ КУРСА ФИЗИКИ – ОСНОВА УСПЕШНОГО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ БУДУЩЕГО

О.В. Гришина

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»*

Предельное сокращение часов на преподавание в школах и вузах физики – основы современного естествознания, стало одной из главных причин квалификационной ямы.

Ключевые слова: преподавание физики, человеческий капитал, «кадровая яма», концепция человекоцентричности.

На совещании по вопросам использования потенциала ОПК в производстве высокотехнологичной продукции гражданского назначения (ПГН) с участием Президента Российской Федерации [1] были обозначены целевые ориентиры: доля ПГН в секторе ОПК к 2030 г. должна составить 50%. При этом акцент сделан не на производстве «сковородок», а на производстве высокотехнологичной продукции.

Как определяет Минпромторг России, высокотехнологичной является продукция, производимая на предприятиях определенных видов деятельности [2]: авиастроение и судостроение, космическая техника, автомобилестроение и ремонт машин и оборудования, производство медицинского оборудования и др.

В современных условиях наблюдаются в основном процессы адаптации существующих технологий ОПК к выпуску новой продукции независимо от развития других факторов (конкуренции, близости к технологической границе и пр.). При этом высокий уровень образования персонала является необходимым условием для разработки инноваций. Научоемкие технологии, как известно, спрятаны в недрах естествознания. Добыть их без глубоких знаний в области естественных наук невозможно.

Практически важной задачей образования сегодня является качественная подготовка инженерно-технических работников.

Однако количество технических специалистов в России сокращается, идет процесс девальвации инженерного образования. Наша вузовская система в основном дает гуманитариев. В обществе произошло отчуждение от физики и естествознания. Постоянно уменьшается число школьников, желающих сдавать физику. В 2010 г. в рамках ЕГЭ на физику пришло 170 000 человек, в 2018 г. – 150 650, в 2019 г. – только 139 400. (А на обществознание вместе с историей в 2019 г. пришли 415 000 школьников.) Средний балл ЕГЭ по физике в 2019 г. – 54,4. Высокобалльных работ (81-100 баллов) всего 8,6%. Следует отметить, что те школьники, которые набрали 36-52 балла в стобалльной системе, в пятибалльной получили бы тройки, т.е. физику знают плохо и к учебе в техническом вузе не подготовлены. Некоторые технические вузы вместо ЕГЭ по физике в качестве вступительных испытаний берут ЕГЭ по информатике. Эти школьники физику не знают вовсе.

Проблема не только в том, что ученики не помнят какие-то формулы или формулировки законов. Она намного глубже. У школьников не формируется (а это делается в юности) причинно-следственный количественный тип мышления. Физика – одна из тех немногих учебных дисциплин, которые формируют научное мышление. Она трудна в изучении, она создает проблемы (необходимы физкабинеты, демонстрации, лабораторные работы). Проще ее оттеснить на обочину образовательного процесса, превратить во второразрядную, не нужную большинству, дисциплину [3].

Избыточная гуманитаризация образования в средней школе привела к механическому сокращению практически вдвое числа часов, отводимых на изучение учебных дисциплин естественно-математического цикла, материально-техническая база не удовлетворяет современным требованиям, профессиональный уровень педагогических кадров снижается. Тенденция сокращения числа педагогических вузов сказывается на качестве подготовки учителей. Физика превращается в раздел природоведения с особыми программами для тех, кого не интересуют рассуждения, количественный подход, возможность делать открытия «на кончике пера» при решении несложных школьных задач, исчезает доказательная сила физических законов, физика теряет достоверность. В результате уровень подготовки подавляющего числа выпускников средних общеобразовательных школ по физике очень низок и продолжает снижаться.

Но, может быть, то большинство школьников, которые не знают физики, но хотят стать инженерами, получают необходимые знания в вузе? Однако, судя по тому объему часов, который выделен в последние годы в учебных планах вузов на физику, этого не случится. Для сравнения: в 70-е годы прошлого века, несмотря на отсутствие Государственных образовательных стандартов, минимальный объем курса физики на всех технических специальностях жестко устанавливался в объеме 272 ч. ФГОС 2-го поколения реализовывали трехсеместровый курс общей физики со средним объемом 200 ч аудиторных занятий. В стандартах 3-го поколения физику урезали еще на 25-35%! Фактическая картина сокращения курса физики в технических вузах еще печальней.

Таблица

Расположение материала и объём аудиторной нагрузки в РПД «Физика» для направления подготовки, например, «Приборостроение»

Наименование раздела дисциплины	Виды занятий и их трудоёмкость, ч		
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия
Физические основы механики	22	10	10
Молекулярная физика и термодинамика	8	4	4
Электричество и магнетизм	18	10	10
Колебания и волны. Оптика	16	10	8
Элементы квантовой механики и атомной физики	6	2	-
Итого:	70	36	32

Физика – основа современного естествознания, основная интеллектообразующая дисциплина. Однако, как видно из таблицы, жесткие рамки учебных планов ставят преподавание физики в сложное положение: реализовать примерную образовательную программу [4] дисциплины «Физика» в течение 138 аудиторных часов невозможно. Состояние современной техники и технологии все более определяет неклассическая физика. На изложение её идей и понятий практически не остается времени.

Еще более решительно высказался, причем об аудиторной нагрузке 200 ч, Председатель Совета Ассоциации кафедр физики технических вузов г. Москвы, в те годы заведующий кафедрой физики МАИ профессор Г.Г. Спиринов [5]: «Спросите любого преподавателя с кафедры, и он скажет, что средний студент даже на том уровне, который называют уровнем минимальной достаточности, с такими часами физику не освоит. По существу, в технических вузах большинство студентов имеют дело не с физикой, а с её профанацией». Для студентов технических вузов, будущих инженеров, физика остаётся «вещью в себе». Учебники с более или менее строгим изложением материала ими просто напросто не воспринимаются. Отсюда альтернатива: либо вузы не будут «тащить» таких студентов, и тогда многих придется отчислять, либо им все же дадут дипломы, и в нашу экономику придут не специалисты.

В определенном смысле физика является лакмусовой бумажкой, определяющей отношение государства к инженерному образованию, к формированию технической интеллигенции. И отношение это не соответствует запросам современного общества по созданию высокотехнологичных рабочих мест, озвученных Президентом РФ В.В. Путиным.

Невнимание к физике со стороны государства привело к тому, что появилось поколение легковесных инженеров, не обученных серьёзно думать. У предельно сокращенного курса физики, в максимальной степени адаптированного к конкретным прикладным задачам, полностью исчезает мировоззренческий подтекст, у студентов не формируется естественно-научная картина мира, теряется способность и потребность выпускников овладевать новыми знаниями, иметь возможность быстро осваивать новые научные разработки, технологии и сферы деятельности.

Стало уже традиционным выражение «кадровая яма». Оно описывает группу процессов, влияющих на эффективность использования человеческого капитала: государственная система образования не успевает перестраиваться под скорость изменений на рынке труда, а специалисты с опытом остаются за бортом, так как не готовы трансформировать свои навыки. В итоге на рынке нет нужных именно сегодня профессионалов, и компаниям приходится инвестировать в их обучение. По оценке VCG, сейчас эта проблема затрагивает 1,3 млрд человек из 3,5 млрд трудоспособного мирового населения [6].

Только при взаимодействии государства, образовательной системы, бизнеса и каждого человека лично возможно преодолеть квалификационную яму, считают авторы исследования из компании VCG, Союза «Молодые профессио-

налы (Ворлдскиллс Россия)» и Госкорпорации «Росатом» [6]. Для этого необходимы кардинальные изменения в системе развития человеческого капитала.

Понятие «человеческий капитал» приобретает огромную значимость. У большинства предприятий, корпораций повышается интерес к накоплению человеческого капитала, как самого значимого среди всех видов капитала. Главным фактором его накопления является инвестирование в человека, в его здоровье и образование.

Главная цель – перейти от массовой стандартизации подготовки кадров к массовой уникальности, т. е. учитывать потребности, возможности и таланты каждого.

Такой подход предполагает человекоцентричная концепция профессионального развития, описанная в Казанской декларации о навыках. Ее в августе 2019 г. одобрила Генеральная ассамблея WorldSkills International в ходе 45-го мирового чемпионата по профессиональному мастерству WorldSkills Kazan 2019.

Объединение усилий и выстраивание международной кооперации в области развития человеческого потенциала в рамках Казанской декларации позволит выявить лучшие практики, которые будут полезны каждой стране.

Госкорпорация «Росатом» в своей стратегии развития до 2030 г., со слов гендиректора Алексея Лихачева вот как решает вопрос [7]: «...Мы не только сформулировали экономические, структурные и управленческие цели, а также поставили задачу войти в число глобальных лидеров по раскрытию человеческого потенциала. Мы работаем над созданием целой системы развития человека, которая начинается не в школе, а уже в детском саду. Делаем вклад в создание глобальной идеологии подготовки человека – профессионала будущего. У нас есть проект «Школа «Росатома» в городах присутствия предприятий госкорпорации, направленный на развитие школ, дошкольников и педагогов. Система включает «атомклассы» (в них учится более 130000 учеников), в которых участники проекта могут получить более высокий уровень физико-математической подготовки, начать изучение ядерной физики. Это неотъемлемая часть будущей истории успеха «Росатома».

Кадрового чуда в отдельно взятой корпорации не будет. Россия, как и другие страны, столкнулась с ситуацией растущей нехватки талантливых профессионалов для экономики будущего. Чтобы обеспечить выпускникам наших школ, колледжей, вузов долгосрочную конкурентоспособность и карьерные перспективы, необходимо дать им такие знания, которые можно будет постоянно капитализировать в новые возможности. И здесь приоритетом федерального уровня должно стать качественное базовое естественно-научное образование, оно служит человеку всю жизнь, а специальные знания обновляются каждые пять-десять лет.

Мерой, которая могла бы повернуть вектор образования в сторону приоритета естественно-научной составляющей, было бы придание физике статуса обязательной дисциплины. Новый статус должен повлечь за собой увеличение числа часов на преподавание физики в массовой школе и в профессиональном образовании.

Библиографический список

1. Совещание Президента Российской Федерации В.В. Путина по вопросам использования потенциала ОПК в производстве высокотехнологичной продукции гражданского назначения. <https://www.Kremlin.ru/events/president/news/52852>
2. Приказ Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1809 «Об утверждении перечня высокотехнологичной продукции, работ и услуг с учетом приоритетных направлений модернизации российской экономики». – М., 2015.
3. **Гладун, А.Д.** Нужна ли в России физика инженеру? / А.Д. Гладун, Г.Г. Спирин // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16. – №4.
4. Примерная образовательная программа дисциплины «Физика» федерального компонента цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин для ГОСЗ-го поколения. [Электронный ресурс]. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-80062.html>
5. **Спирин, Г.Г.** Сколько физики нужно студенту технического вуза? // Газета «Советский физик». – 2000. – №5(19).
6. www.vedomosti.ru Что такое кадровая яма и как в неё не попасть.
7. <https://www.vedomosti.ru/partner/characters/2019/12/20/819021-aleksei-lihachev>

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

П.И. Далёкин

Арзамасский филиал ФГАОУ ВО «ННГУ им. Н.И. Лобачевского», г. Арзамас

Рассмотрены особенности применения системного подхода в рамках проведения анализа и оценки инновационного потенциала предприятия. Автором разработаны принципы построения показателей с учетом предложенных особенностей. Кроме того, сформирована система показателей оценки инновационного потенциала на предприятии с учетом выделения подсистем и стейкхолдеров.

Ключевые слова: управление, инновации, инновационный потенциал, системный подход.

Темпы развития мировой индустриализации и глобализации инновационных процессов прорывных стран свидетельствуют о необходимости рационального использования ресурсов предприятий, формирующих их инновационный потенциал. Инновационный потенциал является определяющим вектором в создании инноваций, разработке НИОКТР, ориентирован на формирование комплексного ресурсного обеспечения предприятия (финансы, наука, техника, кадры, экология и др.)

Оценка инновационного потенциала – основополагающий этап в рамках оценки инновационной стратегии предприятия, определения уровня инновационной активности, формирования научно-технического задела научно-производственных предприятий. Данный этап предполагает многозадачность и многокритериальность оценочных процедур, необходимость учета целей заин-

тересованных сторон и участников процесса, учет влияния на окружающую среду и воздействие на уровень устойчивости развития. В связи с чем, проведение эффективной оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия требует формирования специфического комплексного инструментария, позволяющего учитывать всю систему требований и ограничений через призму достижений инновационного менеджмента. Так, одним из ключевых подходов, позволяющих учитывать комплексность уровня развития инновационного потенциала на предприятии, его структуру и входные параметры является системный подход. Необходимость учета различных функциональных составляющих в рамках оценки инновационного потенциала (экономическая составляющая, социальная составляющая, экологическая составляющая, научно-техническая составляющая) обосновывается применением концепции устойчивого развития в исследовании. Проблемам разработки инструментария оценочных процедур в рамках инновационной деятельности посвящены работы [1-2].

Необходимость применения системного подхода при проведении оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия *обоснована*:

- возможностью использования результатов синергетического эффекта в рамках оценки инновационного потенциала;
- необходимостью учета многофакторности и многокритериальности при проведении оценочных процедур инновационного потенциала научно-производственного предприятия;
- возможностью учета особенностей самоорганизации, присущих инновационному потенциалу в рамках теории системного анализа;
- универсальностью и гибкостью системного подхода при интеграции с прочими научными методами (целевой, ситуационный, портфельно-проектный и др.);
- отсутствием единой комплексной системы оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия на протяжении процедур;
- необходимостью выделения составляющих элементов в структуре инновационного потенциала научно-производственного предприятия;
- возможностью определения иерархических системообразующих связей между элементами системы оценки инновационного потенциала;
- определением границ и уровня распространения границ инновационного потенциала в структуре научно-производственного предприятия;
- возможностью выявления взаимосвязей с взаимодействующими системами (инновационная стратегия, инновационная активность);
- определением структуры системы инновационного потенциала: определением элементов, подсистем и систем более низкого уровня в области инноваций и т.д.

Анализ отечественной и зарубежной научной литературы свидетельствует о недостаточном уровне рассмотрения ключевых вопросов, связанных с формированием принципов оценки инновационного потенциала научно-произ-

водственного предприятия. Формирование системы принципов инновационного потенциала направлено на определение основополагающих начал развития оценочных процедур в сфере инновационного потенциала.

Предложены основные принципы оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия с учетом составляющих системного подхода:

1. Принцип многокритериальности оценки инновационного потенциала (экономические, социальные, научно-технические и экологические составляющие в форме показателей).

2. Принцип последовательного и поэтапного проведения процедур оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия.

3. Принцип иерархичности оценки инновационного потенциала (показатели по группам оценки, интегральные показатели по группе оценки, интегральные показатели оценки инновационного потенциала).

4. Принцип целеполагания при проведении оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия (возможность количественного измерения цели, наличие механизма достижения поставленной цели).

5. Принцип целостности оценки инновационного потенциала (выделение инновационного потенциала из общей системы инновационной деятельности предприятия).

6. Принцип исторического развития оценки инновационного потенциала (наличие стадий и этапов в процессе проведения оценки инновационного потенциала).

7. Принцип эмерджентности при проведении оценочных процедур в области инновационного потенциала (изменение уровня инновационного потенциала под влиянием внешних и внутренних факторов, влияние элементов системы на общее состояние системы).

8. Принцип коммуникативности оценки инновационного потенциала предполагает обмен информацией с внешней и внутренней средой в рамках проводимого бизнес-процесса.

9. Принцип эквивинальности оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия возможности переходов системы из одного состояния в другое под влиянием воздействующих факторов.

10. Принцип динамичности в рамках проведения оценки инновационного потенциала основан на изменении состояний системы на различных этапах жизненного цикла и т.д.

Система показателей оценки – важный инструмент оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия, формируемый на основе формализации целей. Основные требования к системе показателей включают в себя: отражение отраслевых особенностей объекта исследования, учет многокритериальности и многозадачности, учет целей участников бизнес-процесса и т.д.

Таблица 1

Система показателей оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия на основе системного подхода

Наименование показателя оценки инновационного потенциала	Формула расчета показателя оценки инновационного потенциала	Примечание
1	2	3
Экономическая подсистема		
Участники: финансовые и экономические службы научно-производственного предприятия (планово-экономический отдел, финансовый отдел и др.)		
Уровень инновационного роста предприятия	$Y_{ИР} = \frac{P_{ин}}{СС_{п}}$	$P_{ин}$ – расходы предприятия на инновации; $СС_{п}$ – собственные средства предприятия
Уровень расходов инновационной продукции предприятия в выручке от инноваций	$Y_{РИП} = \frac{P_{ин}}{ВР_{ин}}$	$P_{ин}$ – расходы предприятия на инновации; $ВР_{ин}$ – выручка предприятия от инноваций
Уровень выработки инновационной продукции в расчете на одного работника предприятия	$Y_{ВИП} = \frac{ВР_{ин}}{K_{общ}}$	$ВР_{ин}$ – выручка предприятия от инноваций; $K_{общ}$ – общее количество работников предприятия
и т.д.		
Маркетинговая подсистема		
Участники: коммерческие службы научно-производственного предприятия (маркетинг, отдел закупок, отдел продаж и др.)		
Уровень рыночной позиции предприятия в сфере инноваций	$Y_{РП} = \frac{ДР_{ин}}{РИ_{общ}}$	$ДР_{ис}$ – доля рынка, занимаемая предприятием в сфере инноваций; $РИ_{общ}$ – общий объем предприятия на рынке инноваций
Уровень освоения новой продукции предприятием	$Y_{онп} = \frac{ВР_{ну}}{ВР_{общ}}$	$ВР_{ну}$ – выручка предприятия от продажи новой или усовершенствованной продукции; $ВР_{общ}$ – общая выручка предприятия
Уровень патентования предприятия	$Y_{ПП} = \frac{K_{п}}{K_{пр}}$	$K_{п}$ – количество патентов предприятия за год; $K_{пр}$ – общее количество патентов на рынке за год
и т.д.		
Научно-инфраструктурная подсистема		
Участники: производственные службы (отдел главного инженера, служба главного энергетика и др.) и научно-технические службы научно-производственного предприятия (отдел главного конструктора, отдел главного технолога и др.)		
Уровень наличия имущества инновационного назначения предприятия	$Y_{инн} = \frac{СИ_{ис}}{СИ_{общ}}$	$СИ_{ис}$ – стоимость имущества предприятия, используемого в инновационной сфере; $СИ_{общ}$ – общая стоимость имущества предприятия

1	2	3
Уровень обеспеченности предприятия нематериальными активами	$Y_{\text{ОНМА}} = \frac{C_{\text{НМА}}}{C_{\text{ВА}}}$	$C_{\text{НМА}}$ – стоимость нематериальных активов предприятия; $C_{\text{ВА}}$ – общая стоимость внеоборотных активов предприятия
Уровень взаимодействия предприятия с высшими учебными заведениями и научными организациями	$Y_{\text{ВЗ}} = \frac{K_{\text{ИНСОВМ}}}{K_{\text{ИНОБЦ}}}$	$K_{\text{ИН СОВМ}}$ – количество инноваций предприятия, реализуемых совместно с высшими учебными заведениями и научными организациями; $K_{\text{ИН ОБЦ}}$ – общее количество инноваций, реализуемых на предприятии
и т.д.		
Социальная подсистема		
Участники: кадровые службы научно-производственного предприятия (отдел развития и мотивации персонала, отдел обучения и подбора персонала и др.), отдел корпоративной культуры и социального обеспечения		
Уровень квалификации работников предприятия в сфере инноваций	$Y_{\text{КВ}} = \frac{K_{\text{ПРОФ}}}{K_{\text{ОБЦ}}}$	$K_{\text{ПРОФ}}$ – количество специалистов предприятия, имеющих профильное образование в сфере инноваций; $K_{\text{ОБЦ}}$ – общее количество специалистов предприятия в сфере инноваций
Уровень научной обеспеченности предприятия кадрами в сфере инноваций	$Y_{\text{НОК}} = \frac{K_{\text{НС}}}{K_{\text{ОБЦ}}}$	$K_{\text{НС}}$ – количество специалистов предприятия, имеющих научную степень; $K_{\text{ОБЦ}}$ – общее количество специалистов предприятия в сфере инноваций
Уровень обеспеченности предприятия молодыми специалистами	$Y_{\text{ОМС}} = \frac{K_{\text{МС}}}{K_{\text{ОБЦ}}}$	$K_{\text{МС}}$ – количество молодых специалистов предприятия в сфере инноваций; $K_{\text{ОБЦ}}$ – общее количество специалистов предприятия в сфере инноваций
и т.д.		
Экологическая подсистема		
Участники: экологические и ресурсосберегающие службы научно-производственного предприятия (отдел экологии, отдел защиты ресурсов и др.)		
Уровень расходов на экологию в общей себестоимости инновационной продукции предприятия	$Y_{\text{РЭ}} = \frac{P_{\text{ЭП}}}{C_{\text{ОБЦ}}}$	$P_{\text{ЭП}}$ – расходы на экологию инновационной продукции предприятия; $C_{\text{ОБЦ}}$ – общая себестоимость инновационной продукции предприятия
Уровень негативного воздействия на окружающую среду в связи с внедрением инноваций в общей себестоимости инновационной продукции предприятия	$Y_{\text{НВ}} = \frac{P_{\text{НВ}}}{C_{\text{ОБЦ}}}$	$P_{\text{НВ}}$ – расходы предприятия, связанные с негативным воздействием на окружающую среду в связи с внедрением инноваций; $C_{\text{ОБЦ}}$ – общая себестоимость инновационной продукции предприятия
Уровень расходов на энергоносители в общей себестоимости инновационной продукции предприятия	$Y_{\text{РЭ}} = \frac{P_{\text{ЭИН}}}{C_{\text{ОБЦ}}}$	$P_{\text{ЭИН}}$ – расходы на энергоносители инновационной продукции предприятия; $C_{\text{ОБЦ}}$ – общая себестоимость инновационной продукции предприятия
и т.д.		

Предложенная система показателей оценки инновационного потенциала позволяет:

- проводить оценку инновационного потенциала научно-производственного предприятия по различным типам составляющих: экономическая, маркетинговая, социальная, научно-инфраструктурная экологическая;
- обеспечить формализацию целей оценки инновационной составляющей предприятия;
- проводить сравнение установленных плановых и фактических показателей оценки инновационного потенциала;
- определить возможности развития и «узкие места» при разработке и создании инновационной продукции;
- определить участников бизнес-процесса оценки инновационного потенциала научно-производственного предприятия и т.д.

Библиографический список

1. Гусева, И.Б. Проявление теории агентских отношений при исполнении гособоронзаказа в оборонно-промышленном комплексе России // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса: история, реальность, инновации: межвуз. сб. ст. по материалам III Всероссийской научно-практической конференции. – 2016. – С. 25-27.
2. Далёкин, П.И. Классификация методов анализа и оценки проектов НИОКР НПП / П.И. Далёкин, И.Б. Гусева // Организатор производства. – 2015. – № 4 (67). – С. 102-108.
3. Далёкин, П.И. Развитие методологии анализа и оценки НИОКР на основе концепции контроллинга: монография / П.И. Далёкин, И.Б. Гусева; НГТУ. – Н.Новгород, 2017. – 132 с.
4. Глебова, О.В. Совершенствование проведения мониторинга и оценки в сфере НИОКР / О.В. Глебова, П.И. Далёкин // Казанская наука. – 2011. – № 9. – С. 50-52.
5. Глебова, О.В. Модель совместных действий участников системы оценки и мониторинга НИОКР / О.В. Глебова, Л.А. Борискова, П.И. Далёкин // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. ЭЛ № ФС77-35217 от 06.02.2009. 2013. № 7 (55). URL:<http://uecs.ru/uecs55-552013/item/2246-2013-07-15-06-12-23>

РОЛЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК В РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Г. Моисеева

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассматривается роль предприятий ОПК в развитии промышленности региона. Дается оценка потенциала регионального ОПК, представлена характеристика оборонных предприятий городского округа г. Арзамас, выявлены основные негативные моменты в их деятельности и направления дальнейшего развития.

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, промышленность, машиностроение предприятия ОПК, государственный контракт, экономическая политика.

По данным Министерства промышленности, торговли и предпринимательства Нижегородской области [5], промышленный комплекс региона является основной отраслью экономики, дающей треть объема валового регионально-

го продукта, треть платежей в бюджет и включает более 600 крупных и средних предприятий.

На предприятиях промышленности Нижегородской области занято 25% всех работающих. По объему отгруженной продукции промышленного производства (обрабатывающая промышленность) Нижегородская область занимает седьмое место в России и второе место в Приволжском федеральном округе.

Общий объем отгруженной продукции по промышленности в целом за 2019 г. составил 1581 млрд руб., что на 3,9% выше 2018 г. Индекс промышленного производства в 2019 г. составил 104,3%. Индекс производства обрабатывающих производств в 2019 г. составил 105,2%, что выше среднего российского индекса по обработке на 2,9% и на 2,2% выше индекса по Приволжскому федеральному округу. Таким образом, промышленное производство, сосредоточив в себе огромный научно-технический потенциал и мощную промышленную базу, является основой развития Нижегородской области.

Ключевой отраслью промышленности региона является оборонно-промышленный комплекс (ОПК). В его состав входит 55 предприятий и организаций, которые являются частью ОПК России и функционируют в сферах производства боеприпасов, спецхимии, атомного машиностроения, авиастроения, судостроения, систем управления и обычного вооружения. Общая численность занятых составляет около 95 тыс. человек [1].

ОПК Нижегородской области является высокотехнологичной научно-технической и материальной базой развития экономики региона. Состояние и перспективы его развития оказывают существенное влияние на ход инвестиционных и инновационных процессов. Предприятия ОПК имеют собственные конструкторские бюро и научно-технические подразделения. Многие из них имеют в своем распоряжении испытательные цехи и участки, опытные и экспериментальные производства, что позволяет предприятиям самостоятельно осуществлять полный научно-технический и производственный процесс – от разработки новых видов продукции и технологий до реализации и внедрения разработок в собственное производство. Наличие уникального оборудования, новейших технологий, диверсифицированного производства, квалифицированного кадрового потенциала является предпосылкой к разработке крупных и перспективных направлений развития наукоемкого производства в области энергосбережения, судо- и авиастроения, связи и информационных технологий и др. [1].

В городском округе г. Арзамас, являющимся научно-образовательным и промышленным центром юга Нижегородской области, ОПК представлен:

- авиастроительной промышленностью – три предприятия, основными видами выпускаемой продукции которых являются: авиационное приборостроение, а именно производство приборов, датчиков, аппаратуры и инструментов для измерения, контроля и испытаний (АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина»); производство инструментов и приборов для

измерения, тестирования и навигации (ПАО «Арзамасское научно-производственное предприятие «ТЕМП-АВИА»); научные исследования и разработки в области естественных и технических наук (АО «Арзамасское опытно-конструкторское бюро «Импульс»);

- промышленностью обычных вооружений – производство бронетранспортеров (АО «Арзамасский машиностроительный завод»);
- электронной промышленностью – производство элементов электронной аппаратуры (ОАО «Рикор Электроникс»).

Значение названных предприятий в развитии промышленности города и области подтверждают данные табл. 1.

Таблица 1

Участие предприятий ОПК г.о.г. Арзамас в качестве поставщика в государственных контрактах*

Предприятие	Количество заказчиков	Количество контрактов	Общая сумма контрактов, тыс. руб.
АО «АПЗ им. П.И. Пландина»	62	172	683707,7
ПАО «АНПП «ТЕМП-АВИА»	44	183	1652240,7
АО «АОКБ «Импульс»	4	8	15059,9
АО «АМЗ»	30	77	733711,6
ОАО «Рикор Электроникс»	33	101	253792,5
Итого			3338512,4

* На основании данных портала Госзакупок. URL: <https://zakupki.gov.ru/> Дата обращения 26.02.20.

Как показывают данные таблицы, АО «АПЗ» являлось поставщиком в 172 государственных контрактах на сумму около 684 млн руб. ПАО «АНПП «ТЕМП-АВИА» являлось поставщиком в 183 государственных контрактах на сумму более 1652 млн руб. и выступало заказчиком в 3196 государственных контрактах на сумму 4582,5 млн руб. АО «АОКБ «Импульс» являлось поставщиком в 8 государственных контрактах на сумму более 15 млн руб. АО «АМЗ» являлось поставщиком в 77 государственных контрактах на сумму около 734 млн руб. ОАО «Рикор Электроникс» являлось поставщиком в 101 государственном контракте на сумму почти 254 млн руб. [6]

Несмотря на огромное значение предприятий ОПК для развития региона и страны в целом, они, как и многие организации машиностроения, сталкиваются с трудностями, характерными как для машиностроения в целом, так и со специфическими проблемами, обусловленными внешними и внутренними факторами, влияющими на деятельность отдельного предприятия.

По мнению экспертов, основная специфика предприятий ОПК заключается [3]:

- в монопольном положении заказчика, которым в основном является государство;

- в необходимости постоянного поддержания дополнительных производственных мощностей, стратегических запасов сырья и материалов;
- в особенностях кооперирования, специализации и информационного (требования к секретности) взаимодействия, которые порождают специфические связи, а также некоторые ограничения в передачи технологий.

Анализ деятельности оборонных предприятий, представленных в табл. 1, позволил выделить следующие основные негативные моменты:

- на предприятиях ОПК требуется более эффективный контроль за издержками, так как уровень издержек достаточно высок;
- отсутствие или недостаток некоторых видов специалистов;
- недостаточный уровень привлеченных инвестиций;
- низкий уровень рентабельности капитала;
- тенденция увеличения кредиторской задолженности.

Государственная программа «Развитие промышленности и инноваций Нижегородской области» предусматривает ряд направлений, следование которым позволит устранить отрицательный эффект неопределенности среды функционирования оборонных предприятий и благотворно повлияет на развитие отрасли оборонно-промышленного комплекса, среди них [1]:

1. Диверсификация производств.
2. Импортозамещение.
3. Обеспечение высококвалифицированными кадрами.
4. Развитие внутрирегиональных кооперационных связей.

Как указывает [2], для реализации отмеченных в Госпрограмме направлений возникает необходимость в разработке и формировании экономической политики управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса на основе современных технологий управления.

Формирование экономической политики, соответствующей требованиям и специфике предприятий оборонно-промышленного комплекса, позволит:

- повысить эффективность функционирования оборонных предприятий по всем направлениям и составляющим;
- увеличить ключевые показатели эффективности предприятий и производимой продукции;
- совершенствовать бизнес-процессы по выполнению государственного оборонного заказа.

Все перечисленное в совокупности будет способствовать снижению уровня рисков и повышению уровня экономической безопасности на предприятиях оборонно-промышленного комплекса. Поскольку оборонные предприятия создают добавленную стоимость, которая формирует валовой внутренний продукт на уровне государства, и являются основными налогоплательщиками, формирующими доходную часть государственного, регионального и местных бюджетов, высокий уровень их экономической безопасности обеспечит выполнение государством своих функций, экономическое развитие и выполнение социальных стандартов [4].

Библиографический список

1. Государственная программа «Развитие промышленности и инноваций Нижегородской области». Утверждена постановлением Правительства Нижегородской области от 30 апреля 2014 года N 297. URL: <https://minprom.government-nnov.ru/?id=205310>. (Дата обращения: 26.02.2020).
2. **Гусева, И.Б.** Формирование экономической политики управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса с использованием современных технологий управления / И.Б. Гусева, П.И. Далёкин, Д.О. Лавричева // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 8 (75). – С. 65-73.
3. **Кушнир, К.А.** Анализ развития предприятий оборонно-промышленного комплекса России // Вестник Евразийской науки. – 2018. – №4.
4. **Моисеева, Е.Г.** Роль финансовой безопасности в обеспечении экономической безопасности предприятий ОПК и государства // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса: история, реальность, инновации: материалы V Всероссийской научно-практической конференции / Н. Новгород, 2018. – С. 101-106.
5. Официальный сайт Министерства промышленности, торговли и предпринимательства Нижегородской области. URL: <https://minprom.government-nnov.ru/> (Дата обращения: 26.02.2020).
6. Портал Rusprofile.ru. URL: <https://www.rusprofile.ru/> (Дата обращения: 26.02.2020).

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

И.В. Филипчук

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Обосновывается необходимость формирования у студентов технических вузов так называемого инженерного мышления. Определяются особенности развития инженерного мышления, факторы, способствующие его развитию у современных студентов.

Ключевые слова: инженерное мышление, студент технического вуза, интеллект, развитие технического интеллекта.

Современное высшее техническое образование считается одной из наиболее востребованных отраслей российской образовательной системы, а подготовка технических кадров является основным фактором социально-экономического развития страны.

Исследования показывают, что у выпускника втуза должно быть сформировано инженерное мышление, при помощи которого он сможет неординарно решать возникающие задачи, искать новые пути достижения целей, критически рассматривать результаты своей деятельности, стремиться к оптимизации своей профессиональной деятельности путем проектирования и моделирования изучаемых систем. Мы уже ранее писали о феномене «инженерного мышления» и определяли набор форм и методов для его развития у студентов [1, 2].

Сегодняшний выпускник технического вуза должен обладать определенными особенностями развития инженерного мышления:

- быть непревзойденным специалистом в своей профессиональной области;
- обладать комплектом необходимых знаний в области экономики и юриспруденции;
- знать иностранный язык;
- понимать основы постановки задачи и организации ведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- разбираться в ключевых принципах коммерциализации результатов НИОКР;
- уметь принимать нестандартные решения или решать нестандартные задачи [3].

Если рассматривать термин «техническое образование» в общем, то под ним, как правило, понимают комплекс научно-технических и практических знаний, с помощью которых можно решать производственные, технические, технологические, экономические и прочие проблемы. В современной психолого-педагогической науке, опирающейся на идеи личностно-ориентированного подхода, имеется иное понимание данного понятия: «не просто владение набором необходимых профессиональных навыков, а именно развитие многообразных способностей системного характера и высокой степени их продуктивности».

Становление высококвалифицированного инженера, в первую очередь, происходит в рамках процесса профессиональной подготовки в техническом университете. Его главное отличие от университета классического в том, что он нацелен на подготовку специалистов, которые являются носителями целостной системной профессиональной деятельности. Они должны быть способны перенять фундаментальные основы развития современной цивилизации и воплотить их в профессиональной деятельности. Кроме этого, они должны характеризоваться высоким уровнем культуры, активности, творческой составляющей. Все это будет способствовать дальнейшей успешности будущей профессиональной деятельности в условиях преобладания наукоёмких, интеллектоёмких и инновационных технологий [4].

Таким образом, современный студент технического вуза обязательно должен обладать развитым инженерным мышлением, которое в последнее время кардинально усложняется, так как происходит смещение от исключительно технических навыков к интеллектуальным.

Отметим, что интеллект студента технического вуза отличается от интеллекта студента вуза классического. Исследования показали, что вектор интеллекта будущих инженеров направлен в сторону развития невербального интеллекта и несколько снижен по вербальному; у студентов-гуманитариев более сильно развит вербальный и снижен невербальный интеллект. Тем не менее имеющиеся итоги исследований интеллекта студентов инженерного профиля

показали, что наибольших результатов в производственной деятельности добились те из них, кто имел развитый невербальный и вербальный интеллект, т.е. обладали общими и специфическими способностями.

Технический интеллект, как особый набор мыслительных навыков, позволяет успешно овладевать профильными дисциплинами. Его структура гораздо сложнее, чем просто невербального интеллекта. Анализ результатов исследования студентов технических и классических высших учебных заведений наглядно продемонстрировал, что основой, на которой складывается технический интеллект, является способность работать с пространственными образами, умение создавать пространственные схемы и переводить объемное изображение в плоское.

Отметим, что с формированием технического интеллекта оказались непосредственно связаны такие, по сути, отдаленные от этого логические операции, как умение определить категорию, которая характеризует понятие, класс объекта; способность обратить внимание на существенные признаки предмета. Овладение речью, логикой, умение строить суждения является также не дополнительным условием формирования технического интеллекта, а приоритетным условием.

Основываясь на результатах психологических исследований, можно определить важнейшие качества, которые связаны с эффективным развитием инженерного мышления. Среди них пространственно-образные функции и логические операции, умение владеть абстрактной, математической логикой, способность представить предмет в нестандартной ситуации, сделать из объемного изображения плоское. Кроме прочего, развитию технического интеллекта, в частности, способствуют важные качественные особенности мышления, как образность мышления и поэтичность. Будущие создатели технических объектов от того, чтобы стать художниками или поэтами, скорее всего, удерживает также ярко проявившееся и тесно связанное с техническим интеллектом тяготение к новому и неизведанному, отсутствие боязни рисковать [5].

Значительная часть исследователей (Б.Ф. Ломова, И.С. Якиманская, В.П. Зинченко, В.Н. Пушкина, Т.В. Кудрявцева) отдавали принципиально важную роль развитию пространственно-образных компонентов мышления в ходе формирования технического интеллекта. В связи с этим основная масса работ, посвященных исследованию технического интеллекта, делает акцент на проработку исключительно этих функций. При этом некоторые авторы (Л.С. Выготский, Л.М. Веккер, Б.И. Пушкин) отдавали большое значение вербальным компонентам мышления: слова как языкового знака и слова как понятия – на проработку пространственных представлений и практических навыков.

Для обеспечения развития инженерного мышления в процессе профессиональной подготовки в техническом вузе необходимо в ходе изучения всех дисциплин образовательного цикла содействовать совершенствованию их образного, логического, пространственного мышления, а также воображения; поэтапно формировать систему теоретических и профессиональных знаний; развивать практическое мышление с помощью решения задач разнообразной

сложности и проблем; быстрое решение задач, которые соответствуют профессиональным предрасположенностям студентов (при изучении любых дисциплин), разработка ими курсовых и выпускных квалификационных работ, содержащих реальные данные, развивающих способность принимать решения в нестандартных ситуациях, способности предвидеть предстоящий результат. В целом это будет обеспечивать повышенный уровень подготовки специалистов технического профиля [6].

Исследования, проводимые под руководством В.А. Ядова, также подтверждают, что соотношение индивидуально-психологических особенностей инженера (как субъекта деятельности) к той деятельности, которой он занимается, гарантирует высокую степень деловых качеств, удовлетворение работой и наоборот [7]. Автор оценивает деловые качества инженеров разных должностных групп по 16 признакам, среди которых: инициативность, творческий подход к деятельности, опыт и знания, самостоятельность, оперативность и т.д. Это свидетельствует о том, что в ходе подготовки инженеров и других категорий специалистов в вузе нужно уделять больше внимание развитию творческих и интеллектуальных способностей. Здесь уместно говорить о возникающем противоречии, когда в большинстве образовательных учреждений качество обучения и качество подготовки специалистов оценивается по приобретенным знаниям, сформированным умениям и навыкам. Образовательный процесс, в таком случае, направлен главным образом на передачу знаний и практически не способствует развитию интеллектуальных, профессиональных, творческих способностей учащихся [6].

Важным фактором обеспечения развития инженерного мышления будущего специалиста является совершенствование психических познавательных процессов. По ходу освоения инженерной специальности происходит их профессионализация: происходит развитие способности к переключению и распределению внимания, его объем увеличивается, повышается уровень концентрации; более избирательным и целенаправленным становится восприятие, постепенно вырабатывается наблюдательность; развивается словесно-логическая и образная память; мышление становится намного более мобильным и оперативным, создается направленность на учебную деятельность; формируется антиципирующее воображение (способность предвидения). Профессионализация психических свойств влечет за собой формирование интегрального качества – профессионального интеллекта.

Профессиональный интеллект содержит в себе оперативное и качественное отражение вероятности событий профессиональной деятельности. Его специфической чертой является объединение разных структурных элементов мышления, его эвристичность и прогностическая направленность. Своеобразную подструктурой человека является биопсихическая, которая определяется темпераментом, свойствами нервной системы, половыми и возрастными особенностями. В психологии укоренилось положение, что данные свойства считаются природной предпосылкой созревания профессионально-важных свойств

и обуславливают успешность освоения и выполнения профессиональной деятельности [8].

Для студента технического вуза важным шагом на пути профессионального становления является развитие когнитивных способностей: значительно совершенствуется теоретическое мышление, способность абстрагировать и делать обобщения. Кроме того, происходят качественные перемены в познавательных способностях, специфическими чертами становятся:

- нестандартное решение традиционных проблем;
- умение частные проблемы включать в более общие проблемы;
- умение добиваться результата даже на основе задач, сформулированных не самым лучшим образом [9].

Специалисты, занимающиеся проблемами взаимодействия человека и технических средств, выделяют следующие принципы функциональных характеристик специалиста, а именно:

- умение работать в нестандартных ситуациях, повышенная гибкость и адаптируемость к трансформирующимся внешним воздействиям, способность трудиться по многим программам;
- возможность использовать недостаточные (неполные) сведения и соединять отдельные моменты в единое целое;
- способность придумывать решения, основываясь на имеющихся данных, относящихся к разным отраслям науки, техники и производства;
- умение ориентироваться во времени и пространстве;
- способность объединять разнородные элементы в целую систему;
- широкий масштаб гибкости методов переработки информации;
- способность накапливать данные и использовать имеющийся опыт для улучшения способов работы;
- широкий набор способов действия в разных ситуациях.

Любая производственная деятельность основывается на ряде последовательных этапов: проектирования макета, конструирования, прорисовки дизайна, изготовления пробного образца, внедрения и последующей эксплуатации на производстве. Тем не менее для успешного прохождения всех перечисленных этапов необходимы вспомогательные правила: минимизации ущерба для экологии; эргономический учет психологического потенциала человека – оператора, работающего с данным изделием; организации комфортной обстановки, удобства и безопасности специалиста при работе с промышленными средствами; эстетической составляющей и красоты изделия и др. [10].

Инженер-проектировщик обязан обладать качествами, какими обладают люди, достигнувшие успеха: упорством, энергичностью, личным обаянием, устремлением к совершенствованию, творческой фантазией и т. д. Не менее важными качествами являются мастерство и знания, непосредственно связанные с инженерным образованием и приобретаемые в процессе обучения. В конце концов это и качества, которые помогают квалифицированно решать ин-

женерные проблемы: изобретательность; способность проводить инженерный анализ, применять научные или технические принципы принятия правильных решений; широкая специализация – умение уверенно и компетентно разбираться в основополагающих идеях и проблемах научных дисциплин, которые лежат за границами узкой специальности; математическое мастерство – способность при необходимости в ходе решения задач использовать значительный математический аппарат и вычислительные приемы; способность принимать решения в ситуациях неопределенности, но при всестороннем учете всех немаловажных факторов; знание технологий промышленного производства и оценка плюсов и минусов как имеющихся, так и обновленных технологических процессов; умение презентовать полученные результаты – грамотно и убедительно формулировать свои мысли – словесно, письменно, графически.

Изучение создания сложных образцов инновационной техники дает возможность определить требования к инженеру-конструктору, который занимается поиском и реализацией новейших высокотехнологичных идей. Он должен:

- уметь пользоваться методикой разработки новых изделий (хорошо, если он будет владеть абстрактным мышлением и обладать способностью логически производить анализ вариантов предлагаемых систем);
- иметь понятие о характерных особенностях и области предпочтительного использования основных разновидностей механизмов и видов их приводов, уметь осуществлять различные расчеты, характеризующие их работоспособность;
- знать современные компьютерные технологии проектирования сложных систем;
- правильно пользоваться при проектировании современными материалами;
- владеть технологией изготовления деталей, способами сборки узлов и механизмов, обеспечивающих как их гарантированную собираемость, так и точное и надежное функционирование в течение срока эксплуатации;
- осуществлять организацию процесса проектирования и осуществления авторского надзора за изготовлением, сборкой, наладкой и доводкой опытного образца создаваемого технического устройства. Весомым качеством для разработчика при поиске нового, оригинального технического решения задачи на проектирование является пространственное воображение.

Некоторые знаменитые конструкторы-изобретатели увлекались изобразительным искусством, хоть и на любительском уровне. В процессе проектирования велика роль логики и абстрактного мышления. В зависимости от характера решаемой задачи и этапа проектирования от инженера-разработчика может требоваться либо наличие аналитических способностей и умения логически рассуждать, либо умение умозрительно создавать абстрактные образы и интуитивно определять оптимальное направление поиска.

Таким образом, развитие инженерного мышления современных студентов технического вуза должно иметь свои особенности. Выпускник технического вуза должен быть непревзойденным специалистом в своей профессиональной

области; обладать комплектом необходимых знаний в области экономики и юриспруденции, иностранного языка; понимать основы постановки задачи и организации ведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР); уметь принимать нестандартные решения или решать нестандартные задачи. Эти требования диктуются современным этапом развития экономики, так как происходит смещение от исключительно технических навыков к интеллектуальным. Промышленное производство вынуждено подстраиваться под запросы общества в новых продуктах, технологиях, идеях. Сегодняшние темпы обновления наукоемких технологий требуют не просто монотонных исполнителей у конвейера, а креативных, обладающих инженерным мышлением специалистов.

Библиографический список

1. **Филипчук, И.В.** Формы и методы развития инженерного мышления у студентов технического вуза // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса: история, реальность, инновации: межвуз. сб. ст. по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции / Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – С. 102-104.
2. **Филипчук, И.В.** Развитие инженерного мышления студентов технического вуза в процессе профессиональной подготовки // Теория и практика психолого-социальной работы в современном обществе: матер. V Междунар. заочн. научно-практ. конф. / Арзамасский филиал ННГУ. – Арзамас. – С. 105-109.
3. **Хомичева, В.Е.** Особенности профессионального обучения студентов в вузах инженерно-технического профиля [Текст] / В.Е. Хомичева, А.П. Федоркина // Вестник СибГИУ. 2013. №2 (4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-professionalnogo-obucheniya-studentov-v-vuzah-inzhenerno-tehnicheskogo-profilya> (дата обращения: 17.11.2018).
4. **Фёдоров, И.Б.** Становление и развитие системы университетского технического образования России [Текст] / И.Б. Фёдоров, И. Б. Балтян // Высшее образование в России. – 2012. – №11. – С. 39.
5. Практическая психология: учебник [Текст] / под ред. д-ра психол. наук, проф., акад. БПА М. К. Тутушкиной. – 4-е изд., перераб., доп. – СПб.: Изд-во «Дидактика Плюс», 2001. – 368 с.
6. **Соколова, И.Ю.** Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технологии обучения [Текст]: учеб. пособие для педагогов, аспирантов, магистрантов / И.Ю. Соколова, Г.П. Кабанов; ТПУ. – Томск, 2010. – 203 с.
7. **Ядов, В.А.** Саморегуляция и прогнозирование социального поведения личности [Текст] / В.А. Ядов. – Л.: Наука, 1979. – 264 с.
8. **Сазонова, З.С.** Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования: учеб. пособие [Текст] / З.С. Сазонова, Н.В. Чечеткина / МАДИ (ГТУ). – М., 2007. – 195 с.
9. **Газалиев, А.М.** Психологические особенности студента и активизация его познавательной деятельности [Текст] / А.М. Газалиев, В.В. Егоров, Е.Г. Огольцова // Альма Матер. – 2011. – № 8. – С. 19-23.
10. **Коняхин, А.В.** Тренинг интеллектуальных способностей: задачи и упражнения [Текст] / А.В. Коняхин. – СПб.: ПИТЕР, 2007. – 128 с.

ТЕХНОЛОГИИ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ КЛАСТЕРНОГО ФОРМАТА ИННОВАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ

Ю.А. Дмитриев¹, Т.А. Лачина², М.А. Чирков³, М.С. Чистяков⁴

¹*Институт экономики и менеджмента Владимирского государственного университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,*

²*Российская инженерная академия,*

³*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

⁴*Владимирский филиал ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ»*

Рассматривается необходимость использования кластерного подхода при диверсификационном применении технологий двойного назначения в гражданском сегменте экономики с точки зрения инновационного прироста промышленного потенциала РФ. Приводится зарубежный опыт взаимодействия военного и гражданского производства с позиции максимальной конкурентоспособности продукции, в том числе на внешних рынках.

Ключевые слова: трансфер технологий, государственно-частное партнерство, кластер, технологии двойного назначения, оборонно-промышленный комплекс, диверсификация, конверсия.

Значимость технологий двойного назначения для национальной безопасности государства признается во всем мире.

ОПК, как одна из передовых отраслей российской экономики с высокой добавленной стоимостью и большим мультипликативным эффектом, обладает необходимым научно-техническим и производственным опытом и квалифицированным персоналом: в этом секторе создается порядка 70% всей российской наукоемкой продукции и около трети мирового импорта вооружений и военной техники [5]. Научный и технологический потенциал, сформированный в оборонном комплексе, способен сгенерировать определенный прорывной импульс по целому ряду направлений высокотехнологичного развития – ядерная энергетика; специальных материалов и сплавов; авиакосмические, лазерные технологии и т.д. Военно-промышленный сектор является источником замены импортных технологий и комплектующих в гражданской промышленности в условиях санкционного противостояния и геополитической турбулентности.

В Советском Союзе ОПК являлся флагманом разработок и внедрения инновационных высоких технологий, которые становились фундаментальной основой новейших образцов вооружений и наукоёмкой военной техники (ВВТ). Технологические продукты в дальнейшем использовались в гражданской сфере. Уровень технического и технологического потенциала ВВТ значительно превосходил технико-технологический потенциал гражданского сектора экономики. Результатом становилась высокая окупаемость значительных ресурсных и финансовых вложений в военные разработки через создание научно-технического инновационного потенциала, большая часть которого находила свое применение в гражданской сфере промышленности [7, 106].

Технологии являются ключевым фактором, формирующим имиджевый статус государства, его положение на геополитической и геоэкономической арене. В качестве примера можно привести опыт США и Франции, в которых военно-промышленный комплекс эволюционирует как непосредственный источник технологий для гражданского сектора промышленности. Успешному трансферу технологий способствует механизм государственно-частного партнерства (ГЧП) в формате взаимовыгодного взаимодействия военной и гражданской отрасли промышленности.

В Китайской Народной Республике (КНР) стратегическая направленность интеграционного симбиоза военного и гражданского производства является ключевым центром внимания политического руководства государства, но с точки зрения формальной составляющей – данные сектора экономики функционируют изолированно. Тем не менее, устоявшийся формат трансфера технологий военного сектора в гражданский позволяет крупным флагманам экономики (ZTE, Huawei, Baidu, Alibaba, Tencent) занимать лидирующие позиции в технологическом сегменте гражданской промышленности, в котором используются технологические продукты корпораций оборонно-промышленного потенциала. Данная тенденция позволяет интегрировать выпуск продукции гражданского назначения на платформе военно-промышленного комплекса. Если в начале 1980-х гг. гражданская продукция китайского ОПК составляла не более 10% производства, то в 2000-х гг. доля товаров гражданского назначения в валовой продукции оборонных предприятий Китая достигла 80%.

Определенный опыт конверсии и диверсификации оборонно-промышленного комплекса имеется в РФ. Исторический экскурс свидетельствует о позитивном формировании промышленного потенциала в эпоху индустриализации 30-х гг. XX века, а также в послевоенный период восстановления народного хозяйства. В 1980–1990 гг., ознаменовавшиеся окончанием «холодной войны», являются деструктивными и способствовали дисбалансу в функционировании ВПК страны.

Только за первую половину 90-х гг. прошлого века сокращение оборонного заказа более чем в семь раз привело к потере примерно 300 современных технологий, около половины из них предусматривали разработку и производство продукции двойного и гражданского назначения. Расчетная прибыль от производства условной единицы военной продукции с учетом доходов от ее экспорта минимум на треть превышала гражданскую как в тот период, так и сегодня. Для компенсации выпадающих доходов от высокорентабельной продукции военного назначения оборонным предприятиям в 2025–2030 гг. с позиции диверсификации нужно в разы увеличивать производство и сбыт гражданских товаров. Однако, учитывая длительные технологические сроки, переориентация напрямую зависит от реального финансирования, и от спроса со стороны гражданского и военного заказчика [8].

Отметим, что технологии двойного назначения с точки зрения товарной составляющей довольно специфичны. С одной стороны, они базируются на интеллектуальной платформе научно-технических достижений, с другой – техно-

логии должны быть доведены до формата потребительских свойств. С точки зрения широкого потребительского оборота – данная работа подразумевает емкий и обширный спектр финансовых затрат, обратная сторона конфигурата двойных технологий представляет собой интеллектуальную составляющую.

В связи с этим существуют определенные трудности в задействовании технологий двойного назначения в формировании инновационной платформы промышленного потенциала РФ:

1. Низкая мотивационная активность предприятий военного комплекса (в условиях перманентного гособоронзаказа) к их вовлечению на внешние и внутренние рынки товаров гражданского назначения при довольно высокой конкуренции со стороны отечественных и иностранных производителей, давно освоивших данную потребительскую нишу;

2. Определенную опасность представляет снижение доли государственного оборонного заказа при отсутствии достаточной компенсации от выпуска продукции потребительского назначения;

3. Режимный статус предприятий военного комплекса, что нивелирует возможность привлечения сторонних, в том числе иностранных компаний и инвесторов для взаимовыгодного сотрудничества. Данная режимная необходимость обусловлена сохранением интеллектуальной и научно-технической составляющей технологий двойного назначения;

4. Отсутствие у крупных российских военных корпораций сетевого взаимодействия. Они функционируют обособленно, что делает невозможным приток военных технологий в частный сектор в качестве формата двойного назначения. Как показывает мировая практика – наличие тесного кооперационного взаимодействия является фактором успешной работы в направлении адекватных мероприятий реакционного реагирования на быстро меняющуюся конъюнктуру внешнего экономического и политического контура.

Кластерный подход с преференциями особых экономических зон, зон технико-внедренческого и промышленно-производственного типов может стать действенным инструментарием продвижения технологий двойного назначения в оборот потребительского сегмента рынка гражданского назначения.

Обширный опыт кластерной экономики многих развитых государств мира способствует созданию сетевых структур и кластерного подхода в диверсификационной модернизации и технологическом развитии, повышении конкурентоспособности национальной экономики.

Мировой опыт свидетельствует, что задействование механизма ГЧП в рамках кластерного подхода может стать действенным направлением в реализации стратегических задач формирования благоприятной среды вовлечения технологий двойного назначения в гражданский промышленный оборот.

Система кластерных структур позволяет сформировать гибкий конфигурат управления на протяженной территории РФ, учитывая рассредоточение промышленных предприятий.

Кластерный подход позволит привлечь инвестиции в условиях ограниченных финансовых средств, поскольку, как показывает мировая практика, кла-

стерные формы организации производств способствуют росту инвестиционной активности в обеспечении инновационной деятельности технологического развития.

Научно-производственные инновационные консорциумы в ОПК являются катализаторами реализации механизма ГЧП в стратегическом направлении инновационного развития оборонного комплекса России, в том числе в разработке и продвижении технологий двойного назначения. Создание подобного рода структур позволит сформировать устойчивые научно-производственные связи, связи в формате инновационной деятельности, трансфер знаний и технологий, будет стимулировать эволюционное развитие научно-производственного комплекса и аутсорсинг наукоемких технологий и производственных циклов.

Тем самым, задействование кластерного подхода в применении технологий двойного назначения позволит повысить технологический уровень оборонного комплекса и, одновременно, рост конкурентных преимуществ гражданской промышленности от встраивания высокотехнологичных продуктов двойного назначения. Это позволит при минимальных затратах бюджетных средств сформировать определенный научно-технический задел для следующих поколений вооружений и военной техники (ВВТ).

Кластерный подход в применении технологий двойного назначения даст возможность сформировать инновационную платформу промышленного потенциала России, базирующуюся на вариативных производственных возможностях, на механизмах трансфера технологических нововведений на рынок, на соответствующей инфраструктуре. Кластеризация позволит сгенерировать транспарентность информационных, финансовых и ресурсных потоков, тем самым обеспечит основу для наиболее эффективного использования интеллектуального и трудового потенциала, в том числе на основе ГЧП.

Важную роль в намеченных преобразованиях должна сыграть работа по подготовке специалистов, способных управлять проектами диверсификации оборонного производства. С этой целью в Ростехе разрабатывают специальную образовательную программу для приобретения в российских учебных центрах будущими бакалаврами, магистрантами и аспирантами необходимых знаний в области военно-гражданской интеграции, в рамках которой особое внимание будет уделено вопросам маркетинга и исследования рынка, промышленного дизайна, эффективного управления производством. Планируется, что такие учебные центры станут базой для проведения национальных и международных научно-технических мероприятий (конференций, семинаров, выставок и др.), связанных с обменом опытом проведения диверсификации и развития гражданского производства [6].

Библиографический список

1. **Каменнов, П.Б.** Китайский военно-промышленный комплекс при Си Цзиньпине // Контурь глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2017. – Т. 10. – № 5. – С. 135-151.
2. **Козлова, Д.С.** Совершенствование платформенных решений в условиях современной мировой экономики / Д.С. Козлова, Р.В. Колесов // Экономический потенциал студен-

- чества в региональной экономике материалы XIII межвузовской научно-практической конференции / под науч. ред. Н.Л. Будахиной. – Ярославль: РИО: ЯГПУ, 2019. – С. 333-338.
3. **Колесов, Р.В.** Методические подходы к оценке достижения национальных целей и выполнения стратегических задач применительно к деятельности субъектов Российской Федерации / Р.В. Колесов, Р.В. Бараева, К.А. Комарова // Финансовый бизнес. – 2019. – № 5 (202). – С. 20-24.
 4. **Колесов Р.В.** Российская экономика сегодня: состояние и перспективы развития / Колесов Р.В., Юрченко А.В. // Материалы V Межрегиональной научно-практической конференции научно-педагогических и практических работников / под ред. Н.С. Семеновской и канд. воен. наук, доцента А.В. Юрченко. – Ярославль: Ярославский филиал Московского финансово-юридического университета МФЮА, 2018. – С. 124-132.
 5. **Ремизов, М.** Диверсификация ОПК: миссия выполнима // Стимул: журнал об инновациях России. 2018. 27 апр. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stimul.online/articles/analytics/diversifikatsiya-opk-missiya-vypolnima/> (16.02.2020).
 6. **Чемезов, С.** Системные меры поддержки производства гражданской продукции. Выступление с докладом на Совещании по вопросам диверсификации производства продукции гражданского назначения организациями ОПК 24.01.2018. Уфа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/56699> (16.02.2020).
 7. **Чистяков, М.С.** Военно-промышленный комплекс в формировании технологий двойного назначения и развитии гражданской промышленности // Социально-экономический и технологические проблемы оборонно-промышленного комплекса: история, реальность, инновации: межвуз. сб. ст. по матер. IV Всероссийской научно-практической конференции / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Н. Новгород, 2017. – С. 105-108.
 8. **Чичкин, А.** Мечи на орала // Военно-промышленный курьер. 2018. 6-12 марта. № 9(722) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vpk-news.ru/sites/default/files/pdf/VPK_09_722.pdf (16.02.2020).
 9. **Юрченко, А.В.** Значение иностранных инвестиций в модернизации экономики России / А.В. Юрченко, Л.В. Крылова // Труд и социальные отношения. – 2012. – № 2. – С. 57-63.

3 СЕКЦИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПК

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ

Р.М. Антонов, А.С. Рябов, Р.Э. Тураджев, С.И. Денисов
Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

В статье рассмотрен вариант реализации системы выращивания рассады без участия человека.

Ключевые слова: умные теплицы, фоторезистор, датчики влажности, микроконтроллер, водный клапан, светодиодная лента.

В рамках проведения военных и антитеррористических компаний остро встаёт вопрос о снабжении боевых подразделений провиантом. В некоторых удаленных от цивилизации местах поставки индивидуального рациона питания (ИРП) на самолётах и поездах затруднительны, также возможен риск возникновения природных аномалий, которые вообще исключают использование этого транспорта. Перерывы между поставками провианта могут быть значительными по времени. Для продуктов с большим сроком хранения это не критично, но, если это касается растений – приводит к утрате полезных веществ и порче внешнего вида. Как правило, в таких местах можно найти свободное помещение, например, комнату, в которой можно было бы реализовать выращивание некоторых культур с помощью дополнительного оборудования, тем самым обеспечить состав нужными витаминами и клетчаткой.

Анализ рынка показал, что на нем присутствует достаточно большой ассортимент «умных теплиц» с различными функциональными возможностями. Такие конструкции имеют высокую стоимость, при этом обеспечивают малую площадь для выращивания, и цена может значительно увеличиться за счет доставки. К недостаткам можно отнести очень интенсивное освещение, которое потребляет большое количество мощности, и может навредить растениям. Некоторые системы из-за импортного производства рассчитаны на напряжение 120 В, привычное для США. Поэтому актуальным является разработка интеллектуальной системы для выращивания растений в рамках компактности и необходимой рабочей площади посева.

Разрабатываемая система должна *обладать* следующими возможностями:

- контролем влажности почвы;
- досвечиванием до светового дня, примерно равного 15 ч;

- быстрой сборкой и установкой;
- минимальными габаритными размерами для установки на небольших площадях, при этом обеспечением максимального количества выращиваемых культур;
- низкой себестоимостью.

Контроль над влажностью почвы осуществляется с помощью гигрометра, а увлажнение почвы – системой полива. Первоначально планировалось применение насоса для подачи воды, но от него было решено отказаться ввиду нецелесообразности его применения в малых габаритах. Использование даже слабоэффективного насоса создавало чрезмерный напор воды. Поэтому, водяную помпу применять лучше в рамках крупногабаритных масштабов выращивания, а в малогабаритных – клапан, на чем и было решено остановиться.

За основу клапана был взят электромагнитный клапан с напряжением питания 12 В и номинальной мощностью около 5 Вт. В теории, в таком клапане при возникновении электромагнитной силы, катушка с током втягивает в себя шток, который за счет пружины держит пластмассовую перегородку с резиновой прокладкой, перекрывающие поток воды. При исчезновении силы пружина должна вытолкнуть этот шток обратно. На практике, этот клапан не выполнял своих функций, так как он предназначен для работы с большим давлением воды, равным около 0,02-0.8МПа, а не самотеком. Возникла необходимость в модернизации клапана под нужды системы полива. Для этого пружина была заменена на более жёсткую, чтобы шток сильнее давил на прокладку, а она в свою очередь плотнее прилегала к внутренней части корпуса. Для обеспечения большего пространства для хода штока и большей области для протекания воды, пластмассовая перегородка была удалена. Прокладка также была заменена на более толстую и меньшую по диаметру. Кроме того, была добавлена дополнительная резиновая прокладка внутрь камеры клапана для устранения утечки воды, так как новая прокладка этого не обеспечивает. Также сам клапан был перевернут обратной стороной для того, чтобы вода протекала в нем не сверху вниз, а наоборот, тем самым помогая катушке втягивать шток в себя, так как произведена замена пружины с большей жесткостью.

Также, было решено отказаться от капельного полива, так как требовалось исключить возможность образования «воздушной пробки». Капельницы были заменены шлангами с большим внутренним диаметром и созданными переходниками для осуществления равномерного полива по всей площади почвы.

Управление поливом осуществляется в зависимости от влажности почвы в емкости для рассады. Таким образом, когда почва сухая, гигрометры фиксируют это, и подают логический сигнал на микроконтроллер, который обеспечивает взаимодействие между датчиками и рабочими органами, осуществляется это за счет минимальной системной платы на базе микроконтроллера STM32.

С микроконтроллера сигнал идет на реле, что приводит к открытию электрического клапана. Тогда из резервуара под воздействием силы тяжести вода поступает в почву. Выходное напряжение датчика варьируется в зависимости от количества воды, содержащейся в почве. Если почва влажная – выходное напряжение уменьшается. Если почва сухая – выходное напряжение увеличивается. На выходе будет цифровой сигнал – «LOW» или «HIGH», в зависимости от содержания воды в почве. То есть, если влажность почвы превысит определенное пороговое значение, модуль вернет значение «LOW», а если нет – «HIGH». Пороговое значение для цифрового сигнала настраивается при помощи потенциометра.

В системе освещения изначально планировалось использование отдельных светодиодов для создания источника освещения, но от этой идеи было решено отказаться из-за трудоемкой реализации монтажа в связи с внедрением дополнительных элементов и нецелесообразной экономии денежных средств. Поэтому освещение было реализовано при помощи светодиодной ленты, которая не требует специфического электромонтажа.

Управление освещением осуществляется за счет взаимодействия фоторезистора с таймером, заложенным на программном уровне в микроконтроллер. По условию задания световой день растения должен составлять 15 ч. Таким образом, при наступлении условного утра фоторезистор должен регистрировать начало светового дня, подавать на вход микроконтроллера логическую единицу, и запускать таймер на 15 ч. При наступлении условной ночи, причем, когда время светового дня еще не истекло, с выхода микроконтроллера должна подаваться логическая единица на реле, и включаться светодиодная лампа. Если же достаточно солнечного света и нет необходимости в досвечивании, то сигнал на микроконтроллер не поступает, т.е. подается логический «0», таким образом, лампа не горит.

Для быстрой сборки и установки предлагается использовать подготовленный каркас, собираемый на месте установки посредством разъемных соединений.

Низкая себестоимость достигается простотой конструкции, применением простых датчиков и заменой некоторых комплектующих использованием микроконтроллера.

Предлагаемая система, благодаря использованию микроконтроллера, может быть усовершенствована путем внедрения следующих функций:

- контроль и управление температурой;
- контроль минерализации почвы;
- автоматическая регулировка высоты освещения в зависимости от степени роста культур;
- контроль влажности воздуха.

Для расширения площади выращивания может быть применена многоярусная конструкция, а также произведено внедрение насоса для более быстрой и удобной подачи воды для полива.

Библиографический список

1. **Воронцова, Д.** Гидропонные установки для выращивания зелени в домашних условиях [Электронный ресурс] // URL: <https://zelen-na-podokonnike.ru/inventar/gidroponnye-ustanovki-dlya-vyrashhivaniya-zeleni-v-domashnih-usloviyah/> (дата обращения: 17.03.2020)
2. Какие лампы необходимы для качественного выращивания рассады [Электронный ресурс] // URL: <https://expertvybor.ru/lampy-dlya-vyrashhivaniya-rassady-05/> (дата обращения: 17.03.2020)
3. Устойчивый к коррозии датчик влажности почвы, годный для дачной автоматики [Электронный ресурс] // URL: <https://mysku.ru/blog/aliexpress/56072.html/> (дата обращения: 17.03.2020).

РАЗРАБОТКА ПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

Д.Г. Блохин, А.В. Улюшкин

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Проблема создания приемных устройств для обработки сигналов от спутниковых навигационных систем (СНС) для широкого круга потребителей является достаточно острой. В настоящее время на рынке имеются высокоточные сверхнадежные приемники, которые поставляются только по Гособоронзаказу, либо приемники средней и низкой точности для широкого круга потребления с определенными ограничениями по внешним воздействующим факторам. Поэтому тема, рассматриваемая в данной работе, является актуальной: в случае успешного создания приемника СНС для легкой авиации или тяжелой наземной техники удастся «занять нишу» в данном сегменте рынка. Одним из наиболее критичных внешних воздействий для функционирования приемника можно считать вибрацию и удары. На решении этой проблемы и сосредоточена данная работа.

Ключевые слова: бортовая электронная аппаратура, печатная плата, надёжность, виброустойчивость, вибропрочность, моделирование, динамическая характеристика.

Спутниковая навигационная система – основана на измерении расстоянии от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью.

Достоинствами такой системы, в отличие от других навигационных систем, являются:

- высокая точность определения навигационных параметров;
- независимость ошибок в определении навигационных параметров от времени;
- малые габариты и вес;
- относительно низкая стоимость.

Перспективным и актуальным в настоящее время решением этой задачи является повышение точности БИНС за счет комплексирования с внешним из-

мерителем неинерциальной природы, в частности, радиотехнической системой спутниковой навигации (СНС), позволяющей объединить достоинства и компенсировать недостатки, присущие каждой из систем в отдельности.

В качестве рассматриваемой комплексной навигационной системы был выбран датчик курсовертикали ДКВ-21 (ПАО АНПП «Темп-Авиа», Россия). С целью повышения точности определения курса в курсовой системе с гироскопическим датчиком направления и датчиком магнитного курса осуществляют коррекцию курса по информации от спутниковой навигационной системы. В качестве прототипа такой системы в данном проекте был выбран приемник навигационный МНП-М7. Приемник навигационный МНП-М7 предназначен для определения географических координат, возвышения над эллипсоидом, времени и вектора скорости фазового центра АУУ по сигналам СНС ГЛОНАСС, GPS и SBAS.

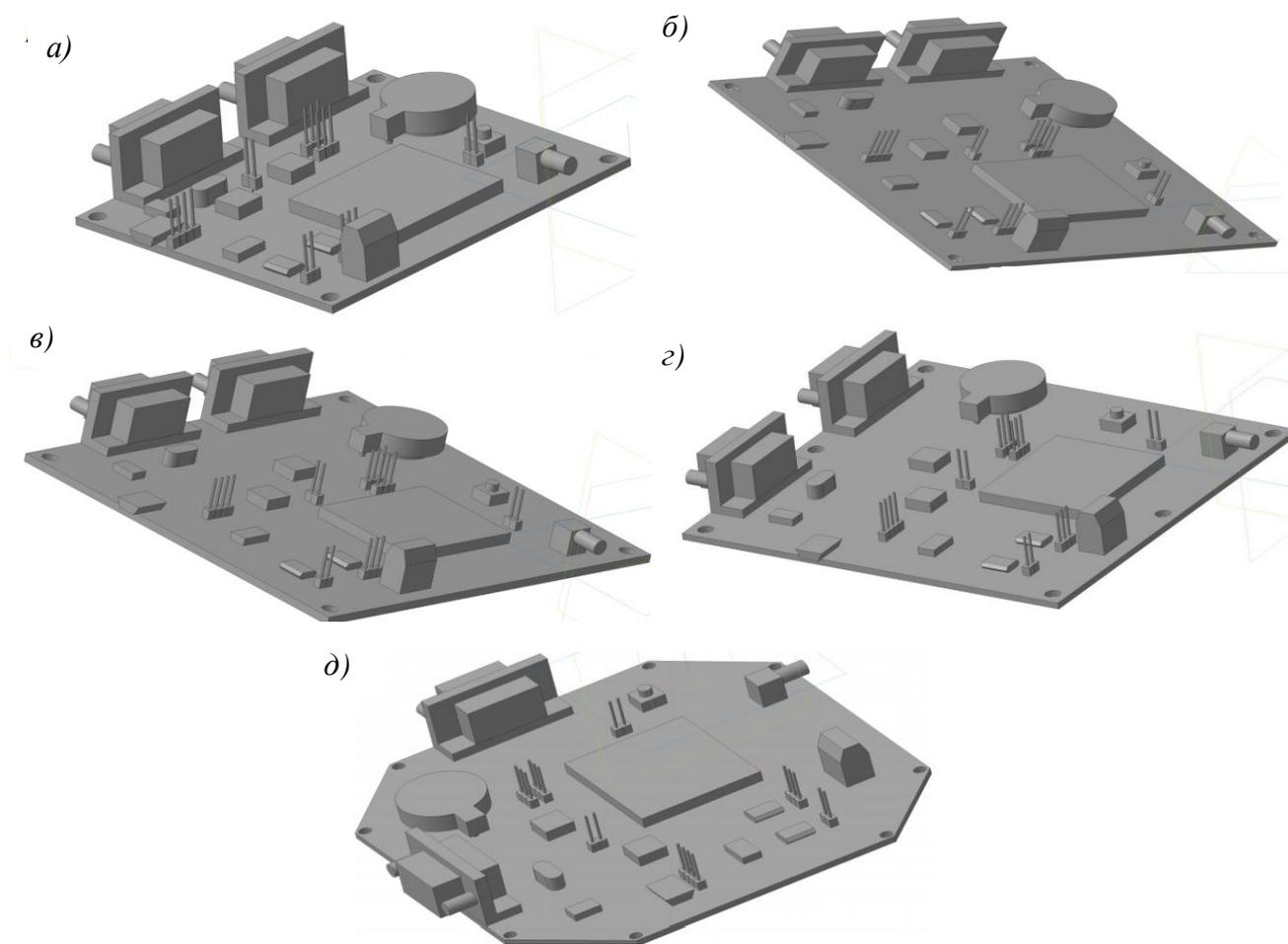


Рис. 1. Модели плат:

- a* – плата 90x75x1.8 (4 отверстия);
- б* – плата 104x104x1.8 (4 отверстия);
- в* – плата 104x104x2.2 (4 отверстия);
- г* – плата 104x104x1.8 (6 отверстий);
- д* – плата 104x104x1.8 8-угольная (8 отверстий)

Принцип работы системы заключается в следующем, навигационные сигналы, излучаемые НКА ГЛОНАСС, GPS и SBAS, принимаются навигационной антенной. Для получения достоверного навигационного определения приемни-

ку необходимо принимать не менее 4-х сигналов от спутников одной системы или 2+3 сигнала от спутников разных систем с удовлетворительным геометрическим фактором ($GDOP < 10$). Для их приема всех 4-х сигналов необходимо, чтобы собственная частота колебаний приемника была высокой, чем выше собственная частота колебаний системы, тем лучше стабильность работы приёмника. Для борьбы с резонансными колебаниями используется частотная отстройка. Влиять на спектр собственных частот колебаний можно изменением геометрических размеров плат, способов их крепления, материала, конфигурации и массы конструкции. Для улучшения точности нашей системы спутниковой навигационной системы было разработано, смоделировано и рассчитано несколько вариантов печатных плат и варианты их закрепления, представленных на рис. 1.

Расчёт был выполнен численным методом, так как расчет печатных плат аналитическим методом очень трудоёмок, а также если на плате расположены электрические элементы, то расчет будет иметь сильную погрешность в отличие от расчета численным методом.

Расчёт численным методом способствует получению правильных и достаточно точных решений при минимальных вычислительных затратах. Основным численным методом, применяемым в САЕ системах, сегодня являются пакеты конечно-элементного анализа. Для решения поставленной задачи была выбрана среда ANSYS 17.2.

На первом этапе анализа с помощью программы КОМПАС 3D, была построена пространственная геометрическая (3-D) модель исследуемого элемента, представленная на рис. 2.

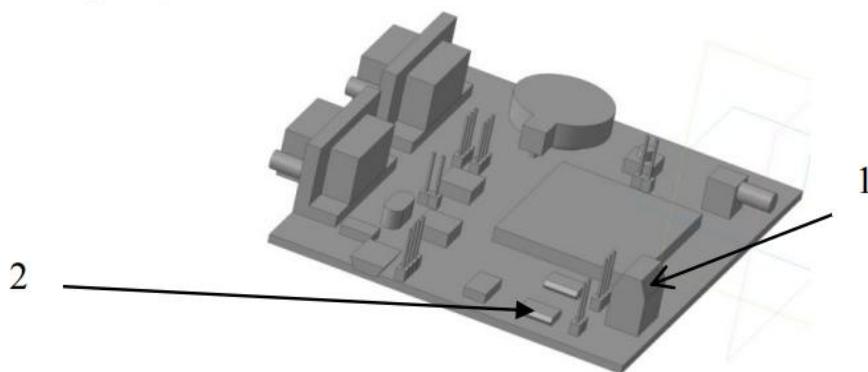


Рис. 2. Отладочное средство:
1 – ЦВИЯ.468157.113-01; 2 – МНП-М7

После конвертирования этой модели в программном комплексе ANSYS сгенерирована конечно-элементная сетка, т.е. тело резонатора разбивается на мелкие элементы, вершины которых образуют пространственную сетку узлов. Для нахождения собственных частот колебаний будет применяться модальный анализ, а также для нахождения максимального напряжения при найденной резонансной частоте используем гармонический анализ.

На рис. 3 представлена общая структура проекта в среде ANSYS, включающая в себя два проекта, модальный и гармонический анализ, которые будут

описаны далее. Проекты связаны между собой общими материалами и геометрией. Таких структур всего пять, так как расчет производился на каждую из плат отдельно в связи разной геометрией проекта.

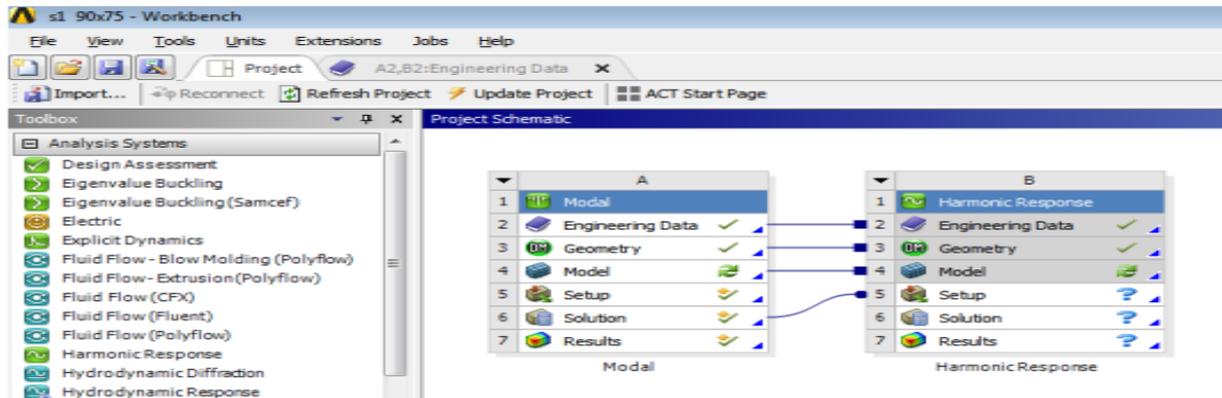


Рис. 3. Общая структура проекта

Материалы элементов платы задавались в разделе EngineeringData. В данном приложении можно выбрать материал, либо создать свой. Свои материалы задавались вручную, с помощью заполнения показателей плотности, модуля Юнга и коэффициента Пуассона, все остальные параметры материала программа рассчитает на основе указанных ранее.

При модальном анализе существенное влияние на частоты и формы колебаний конструкции оказывают условия крепления платы в системе, её толщина и габаритные размеры. Гармонический анализ предназначен для решения уравнений движения в случае установившихся колебательных процессов. Рассматривается общее уравнение движения, после программного подсчёта, представленное на рис. 4, получим необходимое число форм колебаний и их частоты.

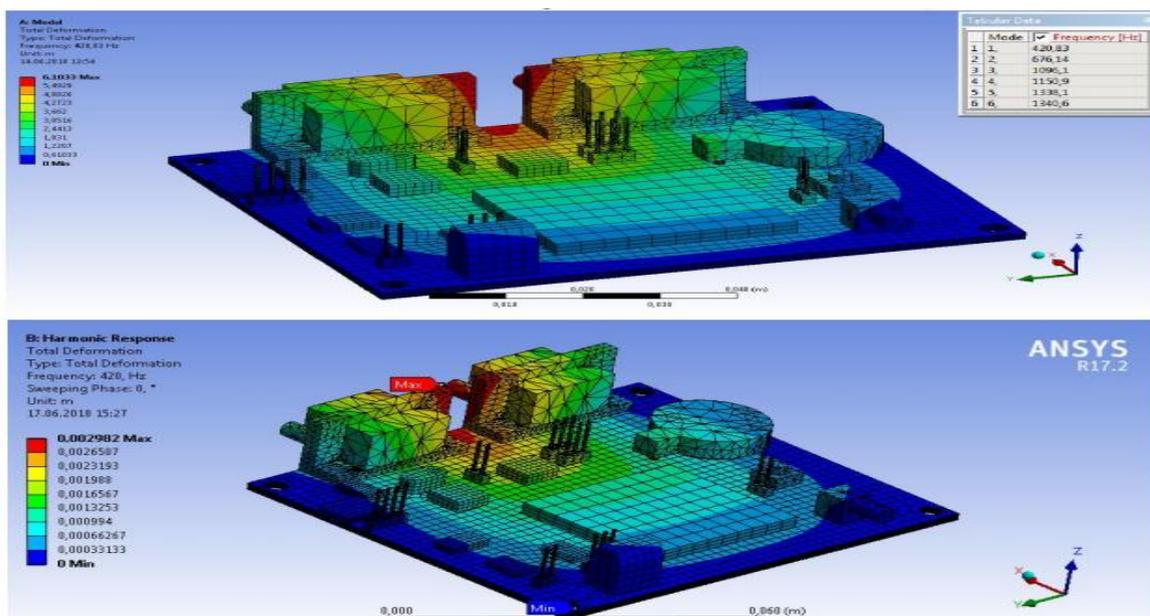


Рис. 4. Модальный и гармонический расчёт одной из испытуемых плат

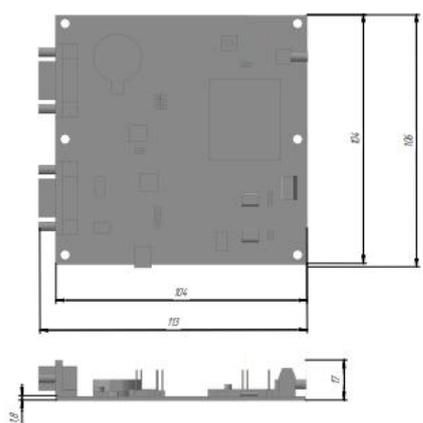
Результат модального анализа показал, что резонансная частота платы, взятой за прототип, составляет 420 Гц. Результат гармонического анализа показал максимальные напряжения при резонансной частоте, *красным цветом* обозначены зоны максимальных напряжений, отклонения которых составляют 0,00298 м, *синим цветом* зоны минимальных напряжений, где отклонения равны 0.

В итоге проведения модального и гармонического анализа всех испытуемых моделей плат мы получили следующие результаты, представленные в табл. 1.

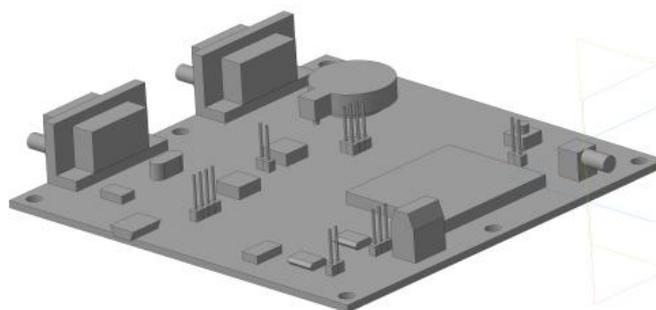
Таблица 1

Расчет резонансной частоты и максимального напряжения при её воздействии на модель в зависимости от размеров платы и количества крепежных отверстий

Модель	Резонансная частота, Гц	Максимальные напряжения, М
Плата 90x75x1.8 мм, 4 отверстия закрепления	420	0,00298
Плата 104x104x1.8 мм, 4 отверстия закрепления	407,5	0,007790
Плата 104x104x2.2 мм, 4 отверстия закрепления	500,18	0,006266
Плата 104x104x1.8 мм, 6 отверстий закрепления	580	0,006142
Плата 104x104x1.8 мм, вось- ми угольная, 8 отверстий закрепления,	631,95	0,03263



Плата 104x104x18 (6 отверстий) до доработки



Плата 104x104x18 (6 отверстий) после доработки

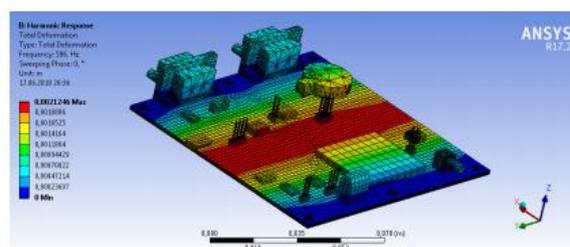
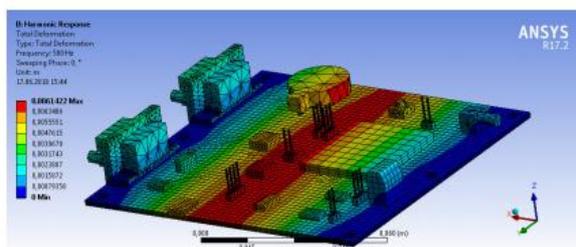


Рис. 5. Приемник спутниковой навигации

Вывод

В результате произведенных анализов исследуемых плат, была выбрана плата для приемного устройства размером 104x104 мм толщиной, так как является самой распространенной, толщину было решено оставить как у прототипа 1,8 мм, так как для приборов летательных аппаратов увеличение массы не рекомендуется. Было решено увеличить частоту собственных колебаний с помощью увеличения крепежных отверстий с четырех до шести и передвинуть элементы платы, включая спутниковый приёмник ближе к местам крепления. Разработанную плату, а также результаты сравнения гармонических анализов платы 104x104 с четырьмя отверстиями и разработанной платой, можно увидеть на рис. 5.

Библиографический список

1. Датчик курса и вертикали ДКВ-21. – приборы, разрабатываемые и выпускаемые ОАО АНПП «Темп-авиа» <http://www.temp-avia.ru/index-12.htm>
2. Приемник навигационный МНП-М7. – Навигационная аппаратура, продукция АО «ИРЗ» – <https://www.irz.ru/products/12/262.htm>.
3. Датчик курса и вертикали ДКВ-21. – приборы, разрабатываемые и выпускаемые ОАО АНПП «Темп-авиа» <http://www.temp-avia.ru/index-12.htm> Модальный и гармонический анализ с помощью программного комплекса ANSYS [текст]: учебник / «Численные методы расчета в инженерных задачах». – Самара: Самарский государственный технический университет (СамГТУ), кафедра «Механика», 2014. – 5 с.

СИСТЕМА ШЛИФОВАНИЯ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В РЕЖИМЕ КВАЗИПЛАСТИЧНОГО РЕЗАНИЯ

В.С. Березкин, А.Ю. Шурыгин

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассмотрены условия реализации обработки хрупких неметаллических материалов в режиме квазипластичного резания с минимизацией трещиноватого слоя на обработанных поверхностях. Выявлено влияние режимов обработки на режим разрушения поверхности и ее качество. Приведены конструктивная схема и описание системы шлифования на основе магниторезонансного подвеса, предназначенной для реализации процесса шлифования стекла и керамики в режиме квазипластичного резания.

Ключевые слова: шлифование, квазипластичность, хрупкие неметаллические материалы, критическая глубина резания.

Возможность обработки хрупких неметаллических материалов (оптических стекол, германия, керамики и др.) с достижением значения шероховатости около 1 нм и отклонения формы не более 10 нм, а также возможность минимизации трещиноватого слоя на обработанных поверхностях вплоть до полного его исключения являются главными преимуществами обработки в квазипластичном режиме.

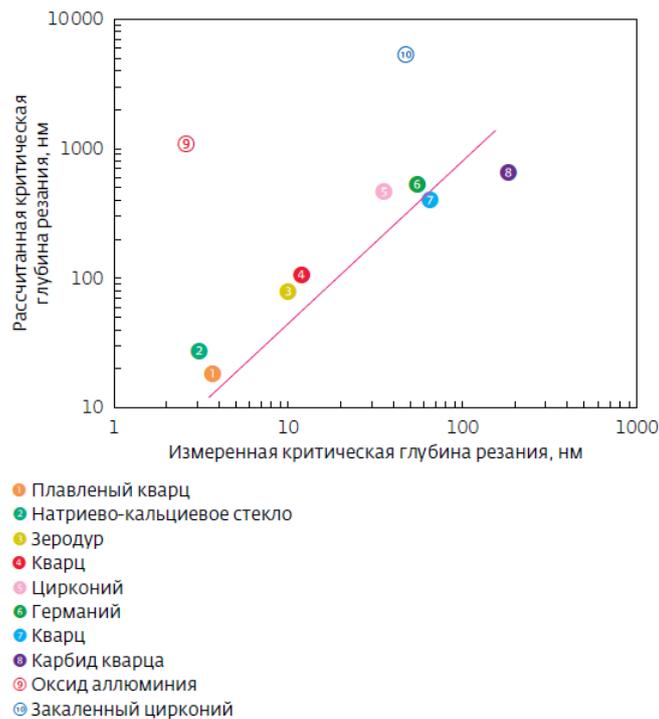


Рис. 1. Графическая зависимость между расчетной и реальной критической глубиной резания для различных материалов

Процесс обработки в режиме квазипластичного резания впервые был исследован в работе [1]. Авторами были установлены условия хрупко-пластичного перехода, при котором хрупкие неметаллические материалы в процессе механической обработки претерпевают переход от хрупкого режима разрушения к квазипластичному. В процессе экспериментальных работ ученые получили зависимость между расчетной и реальной критической глубиной резания для различных материалов (рис. 1). Теоретически доказано, что критическая глубина зависит от вязкости и текучести материала.

В работе [2] показано, что радиус режущей кромки, глубина резания, кристаллографическая ориентация, тип смазочной жидкости и некоторые другие параметры являются критическими для реализации квазипластичного режима резания (рис. 2).

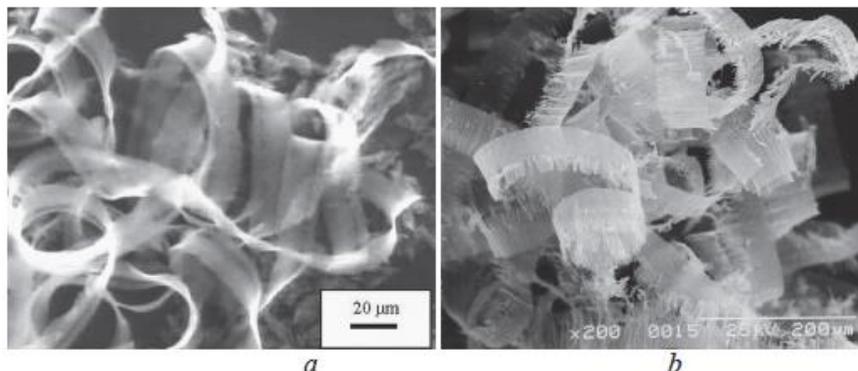


Рис. 2. Виды стружки при обработке кремния в режиме квазипластичного резания

Экспериментально установлены [3] критические толщины срезаемого слоя в пределах 80...100 нм для монокристаллов, используемых в оптике и микроэлектронике (кремния и германия) при переходе в квазипластичное состояние, исходя из кинематических параметров резания.

Результаты исследования шлифования стекла марки ВК7, представленные в работе [4], показывают, что главная роль в шлифовании стекла принадлежит глубине резания, и небольшое ее различие приводит к различным режимам удаления материала. Частота вращения круга является вторым важным параметром. Она не может изменить режим разрушения, но может влиять на характеристики обрабатываемой поверхности, повреждение подповерхностного слоя и усилие шлифования.

На рис. 3 представлены фотографии царапин на поверхности стекла при различной глубине внедрения зерна. При глубине внедрения зерна менее 0,7 мкм трещины не наблюдаются, а при глубине внедрения свыше 1 мкм появляются радиальные трещины, имеются выколы материала [4].

В настоящее время для обработки широкого спектра хрупких неметаллических материалов ведутся разработки и исследования в области создания ультрапрецизионного оборудования [3], которое позволяет обеспечить высокую жесткость системы, кинематику резания для достижения минимальной толщины срезаемой стружки, использование алмазного монокристаллического инструмента с остротой режущей кромки 20...50 нм или шлифовального инструмента с микронной зернистостью.

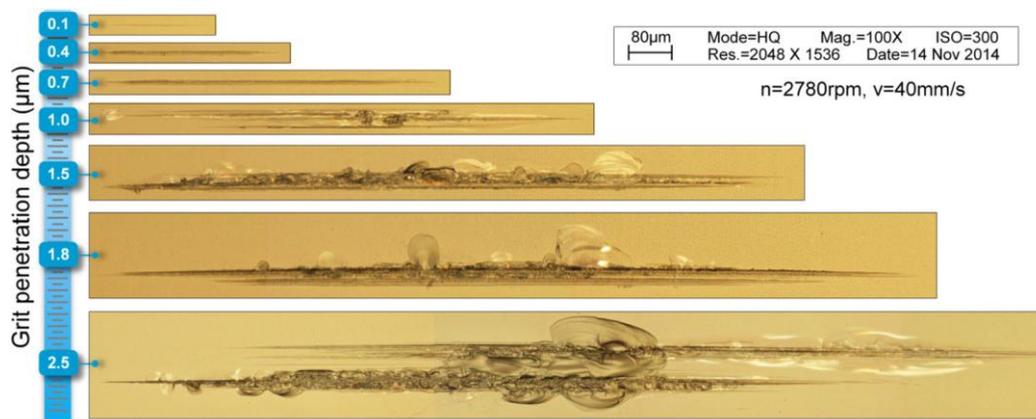


Рис. 3. Царапины на поверхности стекла при различной глубине внедрения зерна

На рис. 4 показана система для высокоскоростного шлифования на основе магниторезонансного подвеса, предназначенная для реализации процесса обработки плоских поверхностей стекла и керамики в режиме квазипластичного резания. В основе данной системы использован шлифовальный круг 1 на магниторезонансном подвесе [5], который состоит из двух встречных электромагнитов 2 и закрепленного на оправке круга ротора 3. Круг закреплен на оправке 4 и приводится во вращение электродвигателем 5. Заготовка 6 прижимается к режущей поверхности шлифовального круга силой F , которая создается прикрепленной к заготовке массой 7. При этом заготовка лишается перемещений в плоскости вращения круга за счет использования шарнира 8.

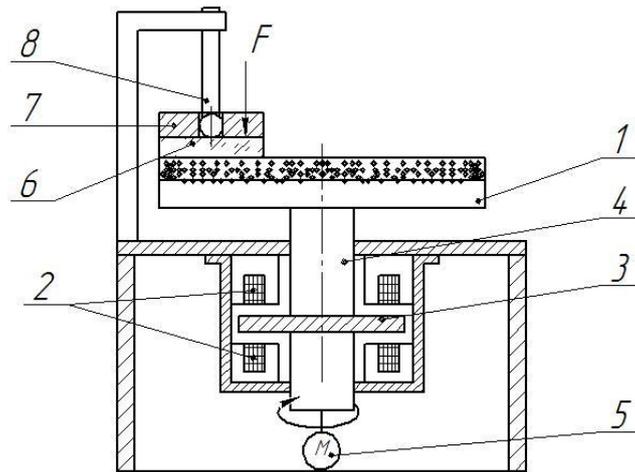


Рис. 4. Конструктивная схема системы шлифования

Отличительной особенностью предлагаемой системы шлифования является использование прикрепляемого к заготовке груза, масса которого подбирается из условия внедрения активных зерен круга на глубину, обеспечивающую квазипластичный режим обработки, т.е. отсутствие трещинообразования. Используемый магниторезонансный подвес представляет собой электромеханическую систему, принцип действия которой основан на изменении индуктивностей в цепях электромагнитов при смещении центрируемого ферромагнитного ротора.

В работе [6] приведены результаты динамического анализа системы шлифования на основе магниторезонансного подвеса с использованием метода конечных элементов. Исследованы резонансные моды, выявлены резонансные частоты в диапазоне 50...150 Гц. На основе диаграммы Кемпбелла определены критические скорости вращения шлифовального круга.

Библиографический список

1. **Bifano, T.G.** Real Time Control of Spindle Runout / T.G. Bifano, T.A. Dow // *Optical Engineering*. Vol. 24. No. 5. 1985.
2. **Ковальченко, А.М.** Обзор исследований в области вязкого режима обработки полупроводников, керамики и стекла // *Проблемы тертя тазношування: наук.-техн. зб.* – К.: НАУ, 2012. – Вип. 57. – С.5–33.
3. **Захаревич, Е.М.** Экспериментальное определение границ хрупкопластичного перехода при резании хрупких материалов / Е.М. Захаревич, В.В. Лапшин, М.А. Шавва, С.В. Грубый // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение.* – 2016. – №7. – С. 64-71.
4. **Yoshino, M.** Critical Depth of Hard Brittle Materials on Nano Plastic Forming / M. Yoshino, A. Sivanandam, Y. Kinouchi, T. Matsumura // *Journal of Advanced Mechanical Design*. 2008. Vol. 2. No. 1. P. 58-70.
5. Пат. 160745 Рос. Федерация. Шлифовальный круг. № 2015123935/02 заявл. 22.06.2015; опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9. – 6 с.
6. **Варакин, И.С.** Динамический анализ системы шлифования на основе магниторезонансного подвеса / И.С. Варакин, А.Ю. Шурыгин // *Наука молодых: сб. научных статей по материалам X Всероссийской научно-практической конференции / Арзамас, Ассоциация ученых г. Арзамаса; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева.* – Н. Новгород, 2017. – С. 118–125.

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Д.В. Дурнов, А.А. Гуськов

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассмотрена задача проектирования мобильных роботов, способных производить построение карты для ориентации в пространстве, приведена функциональная схема мобильного робота, предложен алгоритм передвижения на основе данных с дальномера.

Ключевые слова: автономный мобильный робот, система робота, алгоритм движения робота.

Одним из ключевых аспектов автоматизации труда является создание манипуляционных и мобильных роботов для выполнения операций в средах, опасных для человека, или в недоступных для него экстремальных условиях.

Основными классами роботов являются манипуляционные системы (манипуляторы) и мобильные роботы. С развитием робототехники стало ясно, что применение упомянутых ранее классов в отдельности друг от друга не приносит необходимой эффективности. Поэтому в настоящее время большинство роботов содержат в себе и манипуляционные системы, и системы передвижения (автономные мобильные роботы). Основными сферами применения роботов являются промышленность (робокары), экология (динамический мониторинг окружающей среды, работа в экологически вредных условиях), оборонно-промышленный комплекс (робот-разведчик, робот, несущий легкое вооружение) и повседневные задачи (автономные пылесосы, газонокосилки и т.п.) [1].

Автономный мобильный робот, рассчитанный на решение широкого спектра задач по сбору разнородной информации и выполнению сложных технологических операций в экстремальных условиях, на открытой местности или в сложных городских условиях, должен быть способен точно определять параметры собственного местоположения и строить карты местности. Существующие инерциальные системы навигации и системы, основанные на применении GPS, по объективным причинам не могут обеспечить необходимую точность определения местоположения автономного мобильного робота при его работе в помещениях, тоннелях, шахтах и т.п. [2]. Развитие технологий локальной навигации на основе визуальной обратной связи совместно с применением высококачественных систем технического зрения позволяет с высокой степенью точности осуществлять оценку не только координат самого робота, но и окружающих его объектов.

Большинство мобильных роботов представляют собой манипулятор, размещаемый на колесной базе. При этом движители выполнены в виде колес с пневматическими шинами или гусениц [3]. Применение указанных типов движителей обусловлено простотой алгоритма управления движением, который схож с алгоритмом управления автомобилем или гусеничным транспортным средством, и простотой их технической реализации. При этом на реализацию алгоритма движения колесных роботов задействуется минимальные вычислительные ресурсы микропроцессора, что очень важно для подобных машин.

Таким образом, автономный мобильный робот должен решать две задачи: передвижение в пространстве и построение карты местности с использованием информации, получаемой от размещенных на нем датчиков. Поэтому на первом этапе проектирования автономного мобильного робота осуществляется подбор компонентов для реализации робота и создание алгоритма передвижения.

Функциональная схема робота представлена на рис. 1.

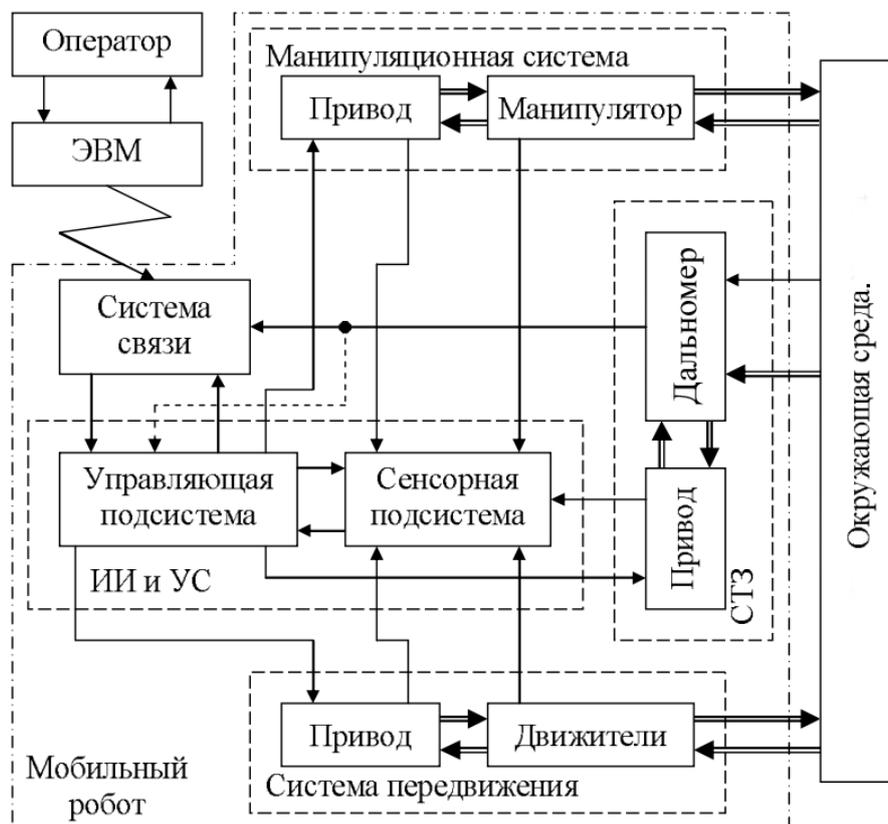


Рис. 1. Функциональная схема мобильного робота

Автономный мобильный робот включает в себя шесть систем: манипуляционную систему, систему технического зрения (СТЗ), систему передвижения, систему связи с оператором, информационно-измерительную и управляющую систему (ИИиУС) и энергетическую систему [4].

ИИиУС является основной системой мобильного робота, обеспечивающей работу всех его бортовых систем. ИИиУС состоит из двух подсистем: сенсорной и управляющей. Сенсорная подсистема опрашивает бортовые системы робота, собирает полученную ими информацию и передает ее управляющей подсистеме, которая, в свою очередь, производит анализ полученной информации и на его основе принимает решения об управлении бортовыми системами.

Управляющая подсистема представляет собой центральную бортовую ЭВМ (микропроцессор), подключенную к системе связи, которая обеспечивает передачу информации оператору мобильного робота. Межмодульные связи реализуются с помощью бортовой кабельной сети. Для реализации управляющей системы была выбрана платформа *Arduino Uno*. Она представляет собой микроконтроллер

ATmega328 со встроенным программатором и портом *USB*, что упрощает программирование микроконтроллера и обеспечивает универсальность платформы.

Система связи мобильного робота реализуется посредством сети *BlueTooth*, что позволяет обеспечить связь с роботом на расстоянии до 10 м. Система передвижения включает в себя четыре коллекторных мотора с датчиками положения вала и драйвер для преобразования управляющих сигналов, полученных от ИИиУС. СТЗ робота основана на использовании дальномера в качестве органа чувств. Основными типами дальномеров, применяемых в таких системах, являются ультразвуковые дальномеры и лазерные дальномеры.

Разработанный алгоритм передвижения автономного мобильного робота по местности представлен в виде блок-схемы на рис. 2.

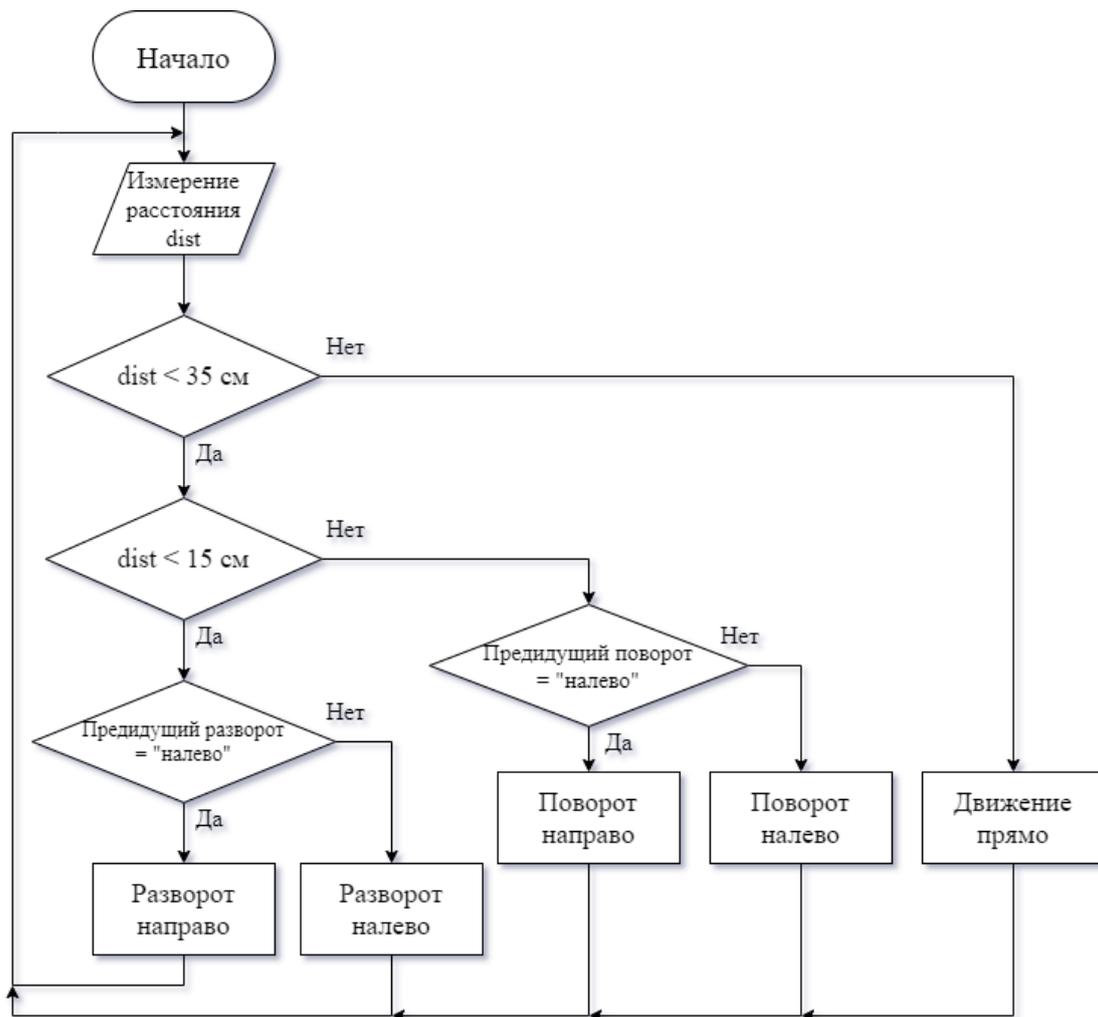


Рис. 2. Блок-схема алгоритма движения мобильного робота

Для отладки программного обеспечения был собран макет автономного мобильного робота. Отладка проводилась в два этапа: первый этап – свободное перемещение робота по комнате со статичными объектами и большим количеством свободного пространства, второй этап – перемещение робота в специально построенном лабиринте.

Проведенная отладка показала, что программное обеспечение работает исправно, случайных сбоев не возникает. При проведении первого этапа мо-

бильный робот свободно перемещался по комнате, не врезаясь в препятствия. Второй этап показал, что ориентация в замкнутом пространстве происходит с большим трудом. При проведении испытаний макета мобильного робота в лабиринте выяснилось, что ориентация в замкнутом пространстве происходит не верно (робот несколько раз повторял один маршрут). Причиной этому являются задержки и случайные неверные величины измеренного расстояния. Выявленные причины имеют общий источник: дальномер, используемый в системе технического зрения, лучше всего проводит измерения в середине своего диапазона измерений. Следовательно, чтобы избежать появления задержек и случайных измерений, необходимо переработать алгоритм измерения расстояния (добавить фильтр Калмана). Таким образом, на следующем этапе разработки автономного мобильного робота предлагается провести полный анализ разработанных алгоритмов, внести необходимые изменения и провести повторную отладку программного обеспечения.

Библиографический список

1. **Юревич, Е.И.** Основы робототехники: учеб. пособие / Е.И. Юревич. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 368 с.
2. **Кучерский, Р.В.** Алгоритмы локальной навигации и картографии для бортовой системы управления автономного мобильного робота / Р.В. Кучерский, С.В. Манько // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – №3(128). – С. 13-22.
3. **Лукинов, А.П.** Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие / А.П. Лукинов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 608 с.
4. **Звонарев, Д.А.** Управление мобильным роботом с электрическим двигателем // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2011. – Вып. 2. – С. 368-372.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Н.В. Жидкова, О.Ю. Мельникова

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассмотрены вопросы необходимости использования облачных вычислений на промышленных предприятиях, в том числе входящих в структуру оборонно-промышленного комплекса. Описаны направления автоматизации производственных процессов и новые возможности для реализации бизнес-задач за счет использования архивации и анализа больших объемов данных, мониторинга состояния оборудования и т.д. Изучен вопрос обеспечения информационной безопасности хранимых данных облачными провайдерами.

Ключевые слова: облачные вычисления, цифровая экономика, хранения и анализа данных, виртуализация и консолидация вычислительных ресурсов, оборонно-промышленный комплекс, управление технологическими процессами и оборудованием из облака.

Применение инноваций является на сегодняшний день необходимым условием эффективного управления промышленным предприятием и его успеш-

ного существования на рынке. Предприятия оборонно-промышленного комплекса заинтересованы во внедрении новейших информационно-коммуникационных технологий и рассматривают их как средство повышения результативности своей работы, устойчивого развития и улучшения качества производимых изделий. Однако процесс перехода к информационной инфраструктуре, основанной на принципах «цифровой экономики», достаточно затратный с точки зрения инвестиционных вложений и длительный по времени осуществления, однако будущая эффективность оправдывает все вложенные средства.

Для обеспечения высокой конкурентоспособности и устойчивого развития промышленным компаниям необходимо грамотное инвестирование. Цифровизация предприятий, как и любой процесс, не возможна без использования таких инструментов и технологий, как большие данные, искусственный Интернет, системы мониторинга, блок-чейн, облачные вычисления и многие другие. Например, облачные вычисления обеспечивают способ использования виртуализации и консолидации вычислительных ресурсов с минимальными авансированными инвестициями.

Модернизация традиционных производственных предприятий, в том числе, относящихся к оборонно-промышленному комплексу за счет внедрения передовых технологических разработок, особенно в сфере облачных вычислений и анализа данных, позволяет автоматизировать большинство производственных процессов и предоставляет новые возможности для реализации бизнес-задач.

Многие приложения для промышленной автоматизации подходят для использования в облаке. Облачные вычисления позволяют реализовать как достаточно простые программные приложения, такие как электронная почта, календарь или инструменты автоматизированного офиса. В числе прочего облако также можно использовать при решении более сложных и разноплановых задач производства, например, для обеспечения вычислительной способности в части анализа данных, что зачастую требует значительных ресурсных затрат. Применяя облачные технологии, предприятия оборонно-промышленного комплекса получают возможности использования серверов архивных данных, систем обслуживания на основе автоматического контроля состояния оборудования, диагностического технического обслуживания, систем управления активами и многих других сервисов без дополнительных капитальных затрат на закупку дорогостоящего оборудования и приобретение лицензий на специализированное программное обеспечение. Принцип функционирования облачных вычислений предполагает использование модели регулярно повторяющихся расходов, которые считаются обычными операционными издержками. Кроме этого, политика использования облачных технологий дает IT-отделам возможность высвободить 80% своего времени под ключевые бизнес-процессы предприятия.

С учетом минимальных затрат на управление непосредственно самой информационной технологией, облачные вычисления обеспечивают предприятию сетевой доступ к широкому спектру вычислительных ресурсов, таких как размещение веб-сайтов для поддержки взаимоотношений с покупателями и по-

ставщиками, хранение данных, а также возможность мониторинга и анализа информации при управлении производственными процессами. Например, аналитика больших данных позволяет управлять, консолидировать, обобщать и анализировать данные с большим объемом и разнообразием переменных.

Возможность работать с облачными вычислениями позволяет извлечь пользу из того, что называется большими данными, формирующимися, в числе прочих, в рамках производственных процессов и промышленных объектов. На основе собранных в процессе производственной деятельности, перенесенных в облако и затем обработанных данных получают шаблоны, которые можно применять для непосредственного прогнозирования развития того или иного процесса. Системы анализа данных постоянно дорабатываются и совершенствуются, в них уже присутствуют встроенные средства для анализа и поиска в данных шаблонов и корреляций. Если же рассматриваемые данные не соответствуют ранее определенным шаблонам, то система сообщит это пользователю или предложит возможное решение. Таким образом, предприятие может сэкономить время, а не пытаться предвидеть все возможные аномальные состояния и программировать соответствующие сигналы и события.

Облачные вычисления позволяют использовать в области анализа больших данных возможности передовых информационных технологий – искусственного интеллекта, программных роботов и других инструментов.

В случае активного использования облачных вычислений, оперативное управление производственным процессом будет заметно эффективнее. Осуществляя сбор полезной информации, и разместив ее в облаке, проведя необходимый анализ и интерпретацию результатов, участники производственного процесса могут осуществлять его удаленный мониторинг. Благодаря внедрению технологий сбора, хранения и анализа данных (например, датчиков, контроллеров, аналитического ПО, телеметрии, больших массивов данных и облачных вычислений), на предприятии можно выявлять потребность в техническом обслуживании оборудования до возникновения неполадок и, таким образом, предотвращать сбои в производственных процессах; осуществлять мониторинг состояния материала и комплектующих и управлять логистикой на различных стадиях производственного процесса.

Однако очевидно, что вопрос информационной безопасности для предприятий оборонно-промышленного комплекса крайне важен. Противники облаков обычно делают упор на невозможность обеспечения безопасности и надежности данных, расположенных удаленно, и видят в этом главное препятствие для их применения.

Облачные технологии могут быть реализованы в структуре предприятий оборонно-промышленного комплекса – частное облако. В случае, когда ИТ-услуги предоставляются внешним провайдером, организация не владеет активами, которые используются при оказании этих услуг, не заботится о поддержке и обслуживании этих активов. Но при этом возникает вопрос обеспечения информационной безопасности.

Промышленное предприятие из-за опасений, связанных с безопасностью и с надежностью облаков, может принять решение разместить в облаке только отдельные программные сервисы, например такие, как системы отчетов или визуализацию состояния оборудования или других устройств. Таким образом, управляющие функции будут отделены от облака. Но информация из облака станет доступной для принятия решений удаленно, достаточно использовать устройство, подключенное к сети Internet. Кроме того, данные анализа и мониторинга из облака могут быть визуализированы и представлены в самых разнообразных формах, включая гистограммы, графики, таблицы и т.д.

Однако следует заметить, что в современных реалиях грамотный облачный провайдер в большинстве случаев способен гарантировать достаточно высокий уровень защиты. По мере развития технологий облака могут стать не только более безопасной, но и более надежной платформой промышленной автоматизации. В последнее время разработано и внедрено большое количество решений для обеспечения безопасности облаков. Создан стандарт безопасности для облачных провайдеров – ISO 27001. Создана многоуровневая система сертификации облачных провайдеров – CSA Open Certification Framework. Потребители облачных услуг могут и должны рассматривать услуги провайдера с точки зрения соответствия стандарту и требовать результатов прохождения соответствующей сертификации.

Можно сделать вывод, что использование облачных вычислений представляет собой организационно-технологическую трансформацию производства, базирующуюся на принципах «цифровой экономики». Внедрение такой технологии вызывает необходимость кардинального изменения существующих автоматизированных информационных систем управления, а также подходов к управлению ресурсами и в целом предприятия оборонно-промышленного комплекса. Точно выбранная и проанализированная информационная составляющая является важным обоснованием в принятии эффективных управленческих решений.

Библиографический список

1. **Беленький, А.** «Облачные технологии» начинают и выигрывают [Текст] / А. Беленький // КомпьютерПресс. – 2011. – №7. – С. 27-34.
2. **Баурина, С.Б.** Промышленный интернет как фактор повышения качества продукции [Текст] / С.Б. Баурина, Д.С. Максина // Проблемы и перспективы развития промышленности России: сборник материалов III Международной научно-практической конференции / под общ. ред. А. В. Быстрова. – М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2018. – С. 88-92.
3. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г. № 16) - Электронный ресурс // URL: https://base.garant.ru/72190282/#block_42 (дата обращения: 09.03.2020).
4. **Терезиньо, Ф.** Как использовать облачные вычисления в промышленности [Текст] / Ф. Терезиньо: [пер. В. Рентюк] // Control Engineering Россия. – 2017. – №6(72). – С. 34-36.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ БЛИЗОСТИ ЗЕМЛИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Д.Е. Кабанов^{1,2}, Т.В. Карасева¹

¹Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

^{1,2}ОКБ ОАО «Экспериментальный машиностроительный завод
им. В.М. Мясищева»

Данная статья посвящена решению проблем безопасности полетов, а именно столкновению с землей в управляемом полете самолета Ил-76. Исследованы режимы работы системы раннего предупреждения близости земли (СРПБЗ). Проанализированы результаты летных испытаний, характеризующие поведение системы СРПБЗ во время полета.

Ключевые слова: система раннего предупреждения близости земли, безопасность полетов, летательный аппарат, информативность, модификация, предупреждающая сигнализация.

Одним из основных самолетов военно-транспортной авиации российского авиапарка является Ил-76, выпущенный в 1971 г. и активно эксплуатируемый с 1974 г.

По статистике летных происшествий с самолетом Ил-76 самыми распространенными причинами катастроф считаются ошибки в управлении и столкновение с землей в управляемом полете. С точки зрения материально-технического оснащения модернизация самолетов данного типа практически не проводилась. Со временем самолетное оборудование вырабатывает свой ресурс, технически и морально устаревает, а также не соответствует современным требованиям, предъявляемым к авиационной технике. Недостаточная информативность не позволяет экипажу летательного аппарата вовремя принять решение, что может привести к крушению.

В последнее десятилетие наметилась устойчивая тенденция на создание различных модификаций самолета Ил-76 с целью повышения надежности и безопасности эксплуатации. Так, например, на модификации Ил-76МД-90А было усовершенствовано крыло и усилено шасси, заменены двигатели на более современные. Обновлен и доработан бортовой комплекс связи и установлен специально разработанный для данного самолета прицельный навигационно-пилотажный комплекс ПрНПК «Купол-III-76М(А)».

Установленное оборудование обеспечивает автоматизацию решения задач авиации, высокую безопасность полетов и информативность, что позволяет снизить или исключить возникновение ошибок при самолетовождении.

Для решения проблемы столкновения с землей на модификацию Ил-76МД-90А была установлена система раннего предупреждения близости земли СРПБЗ в составе пилотажно-навигационного комплекса.

Система предназначена для формирования и выдачи экипажу сигналов об опасном сближении воздушного судна с земной поверхностью, передачи в ин-

дикаторы информации для отображения рельефа местности в направлении полета с учетом наземных препятствий, текстовой информации о вырабатываемой сигнализации, состояния СРПБЗ и взаимодействующего оборудования.

Данная система включает в себя множество режимов работы. Основным режимом работы 1 «Чрезмерная скорость снижения» становится активен после отрыва от взлетно-посадочной полосы и набора высоты от 30 м. В течение дальнейшего полета режим действует в диапазоне высот от 15 до 750 м, независимо от положения шасси и закрылков. В этом же диапазоне высот действует и режим 2 «Чрезмерная скорость сближения с земной поверхностью».

Заявленные разработчиком системы условия для выработки сигнализации предупреждения режимов 1 и 2 показаны на рис. 1 и рис. 2. По графику на рис. 1 видно, что начальными условиями для срабатывания предупреждающего сигнала «ОПАСНЫЙ СПУСК» является высота полета $H_{рв}=750$ м и скорость снижения $V_{уб}=25$ м/с, что соответствует зоне 1. При той же высоте и скорости снижения 36 м/с (зона 2) выдается аварийное сообщение «ТЯНИ ВВЕРХ!».

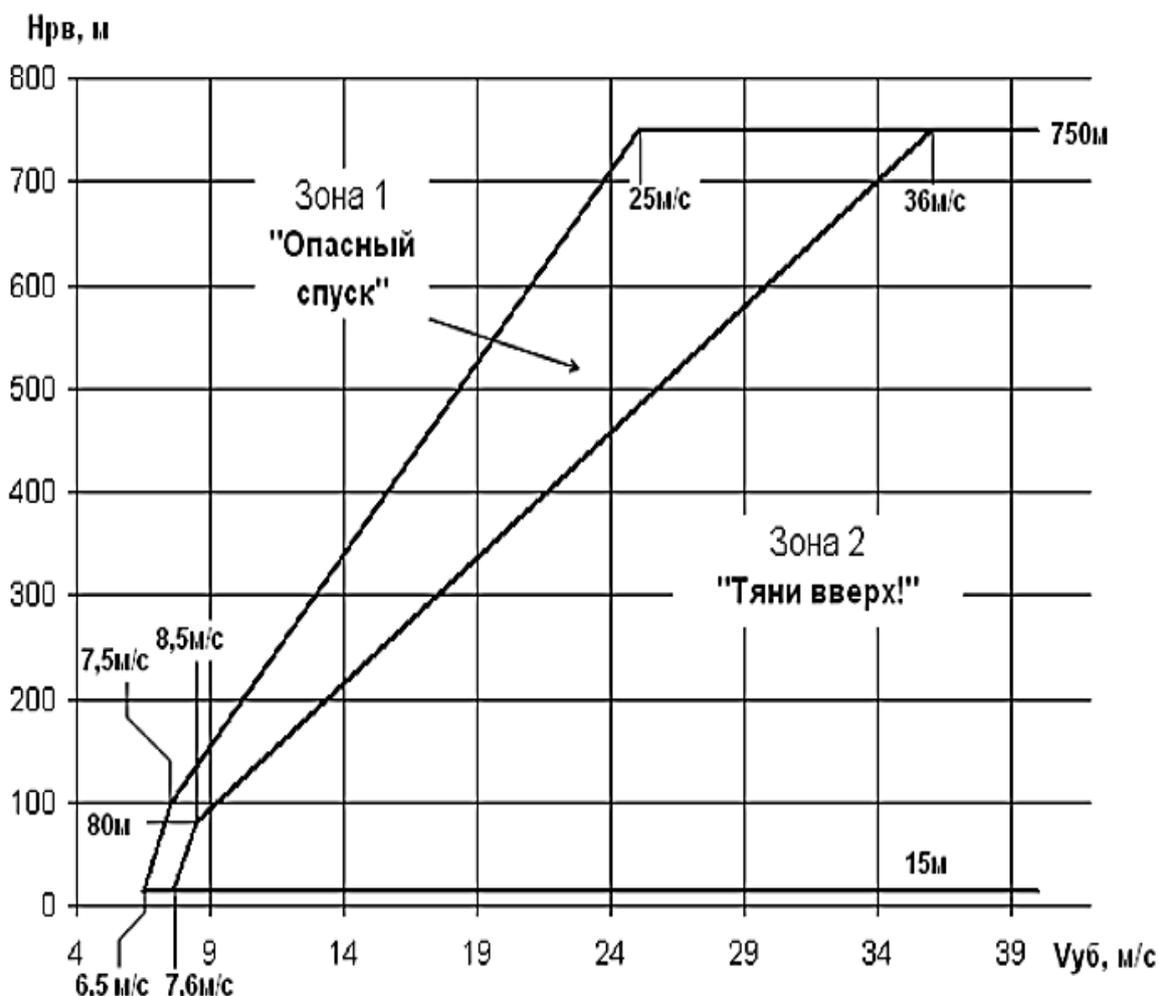


Рис. 1. Режим 1 «Чрезмерная скорость снижения»

Предупреждающее сообщение «ЗЕМЛЯ, ЗЕМЛЯ» выдается при попадании воздушного судна в зону 1 (см. рис. 2). Если после выдачи сообщения «ЗЕМЛЯ, ЗЕМЛЯ» анализируемые параметры летательного аппарата продол-

жают находиться в зоне 1, то выдается аварийная сигнализация «ТЯНИ ВВЕРХ!».

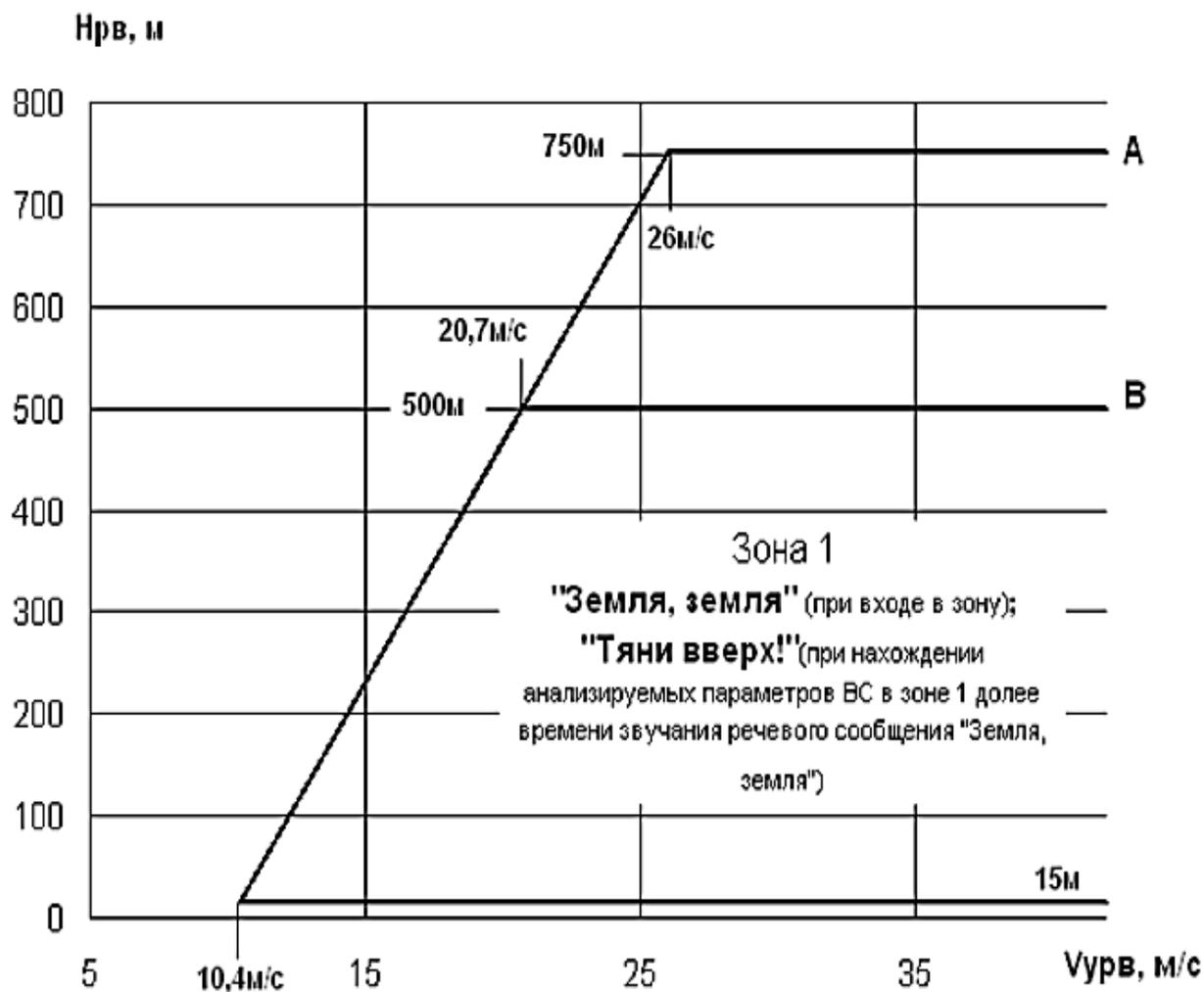


Рис. 2. Режим 2 «Чрезмерная скорость сближения с земной поверхностью»

Исследование системы раннего предупреждения близости земли проводилось путем выполнения запланированных летных испытаний. Согласно заданию на полет, необходимо было выяснить, при каких условиях будут выдаваться предупреждающие и аварийные сигналы. Результат летных отработок режимов 1 и 2 показан на рис. 3.

Срабатывание предупреждающей сигнализации «Опасный спуск» обеспечивается при входе в зону срабатывания сигнализации на высоте $H_{рв}=720$ м при скорости снижения $V_{уб}=25$ м/с и при выходе из зоны срабатывания сигнализации на высоте $H_{рв}=390$ м при $V_{уб}=17$ м/с после окончания срабатывания более приоритетной сигнализации «ТЯНИ ВВЕРХ!» режима 2. Аварийно предупреждающая сигнализация «ТЯНИ ВВЕРХ!» режима 1 обеспечивается при входе в зону срабатывания на высоте $H_{рв}=520$ м и $V_{уб}=27$ м/с. Так же подтвердилось обеспечение срабатывания более приоритетной над сигнализацией «ОПАСНЫЙ СПУСК», предупреждающей «ЗЕМЛЯ, ЗЕМЛЯ» и «ТЯНИ ВВЕРХ» режима 2.

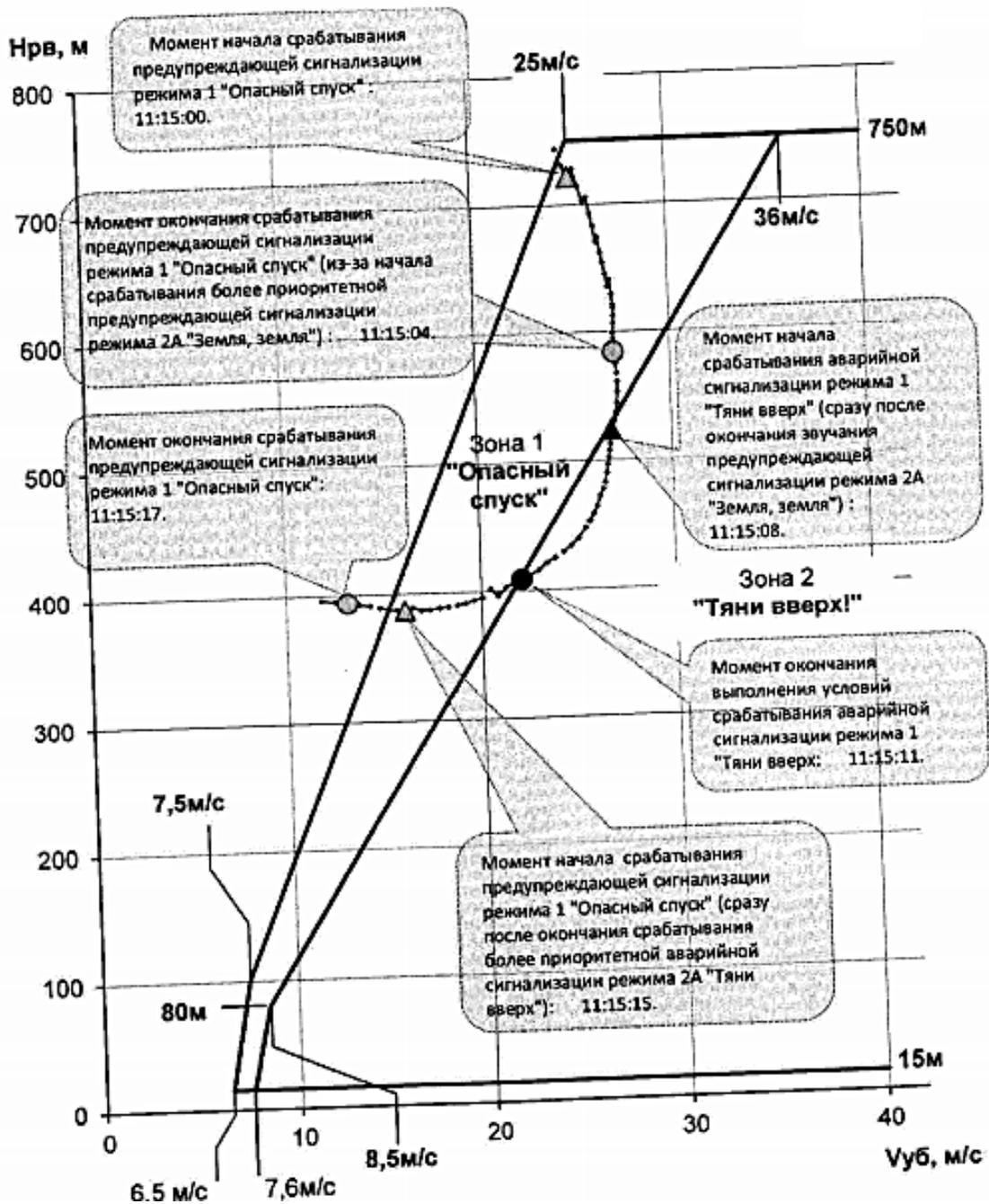


Рис. 3. Срабатывание сигнализации режимов 1 и 2

Сравнивая графики условий срабатывания сигнализаций режима 1 и 2 предоставленные разработчиком системы СРПБЗ и график, полученный в результате летных испытаний, можно сделать следующие выводы:

- срабатывание предупреждающей сигнализации «ОПАСНЫЙ СПУСК» происходит на 30 м ниже заявленного, что приводит к уменьшению времени принятия решения экипажем воздушного судна;
- срабатывание предупреждающего сигнала «ЗЕМЛЯ, ЗЕМЛЯ» (более приоритетного, чем «ОПАСНЫЙ СПУСК») осуществляется на 90 м выше заявленного. Соответственно преждевременная сигнализация дает некоторое преимущество для принятия решения;

- срабатывание и окончание аварийного сигнала режима 1 «ТЯНИ ВВЕРХ!» соответствует заявленным разработчиком условиям;
- после окончания срабатывания аварийного сигнала режима 1 продолжается подача сообщения режима 2 «ТЯНИ ВВЕРХ». Окончание подачи сигнализации режима 2 обусловлено выходом параметров летательного аппарата из зоны срабатывания. Условия срабатывания аварийной сигнализации соответствуют данным разработчика.

Несмотря на несоответствие некоторых условий срабатываний, система все же обеспечивает выдачу необходимой информации экипажу летательного аппарата для своевременного принятия верного решения.

Библиографический список

1. Бортовые информационные системы [текст] / А.А. Кучерявый; под ред. В.А. Мишина и Г.И. Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 504 с.
2. Руководство по технической эксплуатации СРПБЗ [текст]: РШПИ. 461535.004-03 РЭ.

СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУППОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

П.М. Клочкова, Н.М. Прис, И.А. Субботина
Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

Статья посвящена вопросу сокращения сроков технологической подготовки производства. Модернизацию технологической оснастки предлагается осуществлять за счет использования групповой технологии. Приводятся эскизы разработанных конструкций переналаживаемых станочных приспособлений.

Ключевые слова: групповое производство, технологическая подготовка производства, станочное приспособление, модернизация.

Групповое производство представляет собой прогрессивную гибкую форму организации прерывных процессов на предприятиях машиностроения, основанную на узкой специализации подразделений и типовой унификации технологических процессов.

Самым современным видом группового производства является быстро переналаживаемые поточные линии механической обработки деталей и сборки изделий.

Перманентное усложнение современных технических средств и процессов их изготовления, повышение требований к надежности и качеству продукции, необходимость сокращения трудоемкости и стоимости инженерных работ, неизбежно ведут к широкому внедрению современной техники в процессы проектирования. Это требуется для обеспечения высокого уровня стандартизации,

унификации технологических процессов и их элементов и сокращения сроков подготовки производства [1].

В общем объеме технологического оснащения примерно установление 50% составляют станочные приспособления. Применение станочных приспособлений позволяет:

- 1) надежно базировать и закреплять обрабатываемую заготовку;
- 2) стабильно обеспечивать высокое качество обрабатываемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего;
- 3) повышать производительность и облегчать условия труда рабочего в результате механизации приспособлений;
- 4) расширять технологические возможности используемого оборудования.

Для обеспечения требуемой точности обработки заготовок приспособления должны быть удобными в эксплуатации, экономичными в изготовлении, безопасными в работе, быстро действующими, точными, жесткими, виброустойчивыми, износостойкими, пригодными для ремонта. Погрешности базирования и закрепления следует сводить к минимуму. Конструкция должна отвечать требованиям необходимой жесткости системы станок-приспособление-инструмент-заготовка с целью использования полной мощности станка на черновых операциях и обеспечения высокой точности на чистовых. Приспособление должно обеспечивать хорошую инструментальную доступность. Для сокращения времени переналадки станков приспособления должны обеспечивать возможность их быстрой смены или переналадки [2].

В действующем производстве требуется постоянная модернизация станочных приспособлений при изменении требований к изготовлению изделий для заданного состава оборудования.

Таблица 1

Средства технологического оснащения для изготовления деталей группы

Деталь «Колпак», Ø36Н7 ^(+0,025) Материал Д16Т	Деталь «Хомут», Ø29,97 Н7 Материал Д16Т	Деталь «Магнитопровод», Ø30Н7 Материал Сталь Э12
Используемые станочные приспособления и их конструктивные элементы		
Оправка зажимная для многоцелевой операции: -Цанга - <u>Основание</u> -Гайка -Валик -Ориентировочные пальцы -Винт, 3штуки	Оправка зажимная для многоцелевой операции: -Цанга - <u>Основание</u> -Гайка -Валик -Ориентировочные пальцы -Винт, 3штуки	Оправка зажимная для многоцелевой операции: -Цанга - <u>Основание</u> -Гайка -Валик -Ориентировочные пальцы -Винт, 3штуки

Одной из главных задач промышленного предприятия является сокращение сроков изготовления и модернизации оборудования, снижение затрат на технологическую подготовку производства и выполнение оснащаемых опера-

ций при достижении заданных показателей производительности и точности. Этому способствуют унификация и стандартизация приспособлений, их деталей и сборочных единиц [3].

В ходе проведенного исследования выполнен анализ используемых средств технологического оснащения на промышленном предприятии АО «АПЗ» им. П.И. Пландина. В механическом цехе отобрано несколько малогабаритных деталей из алюминиевых сплавов, а именно: «Колпак», «Хомут», «Магнитопровод», механическая обработка заготовок которых ведется на многоцелевом обрабатывающем центре модели «Willemin-408» с использованием специальных станочных приспособлений на программно-комбинированных операциях.

В табл. 1 приведены технологические параметры и применяемое технологическое оснащение при изготовлении названных ранее деталей.

Конструкции приспособлений, используемых в технологических процессах изготовления деталей, приведены на рис. 1, 2, 3.

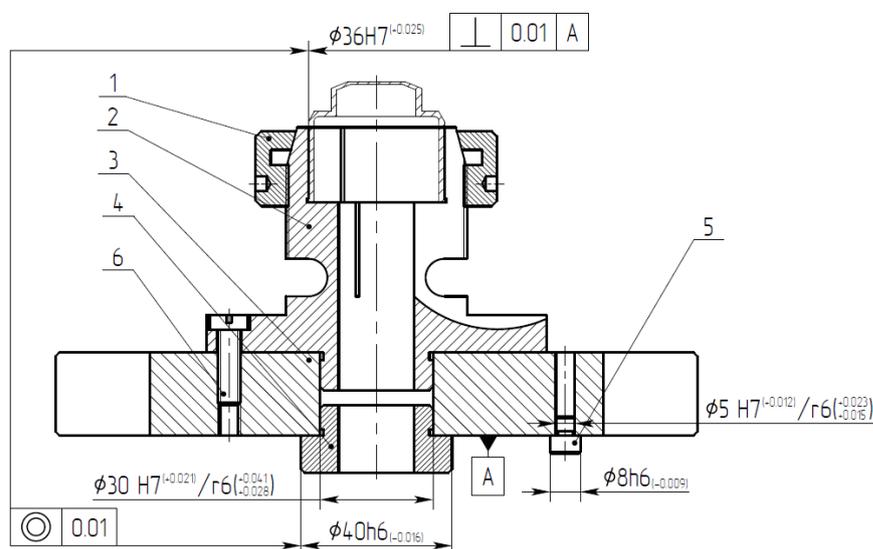


Рис. 1. Станочное приспособление - Оправка зажимная для детали «Колпак»

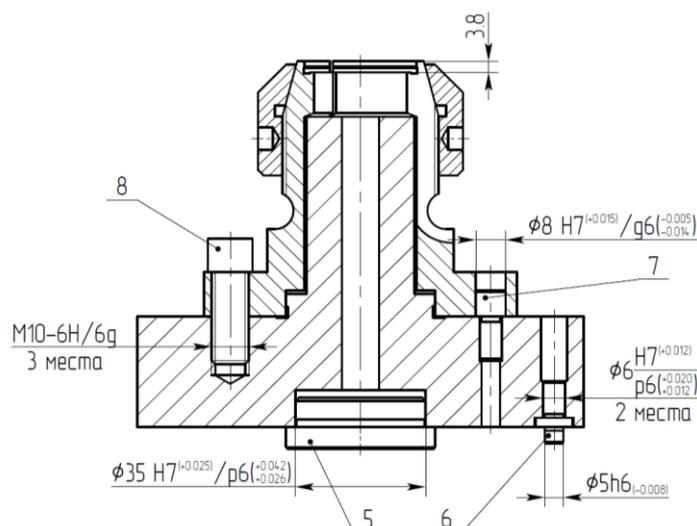


Рис. 2. Станочное приспособление - Оправка зажимная для детали «Хомут»

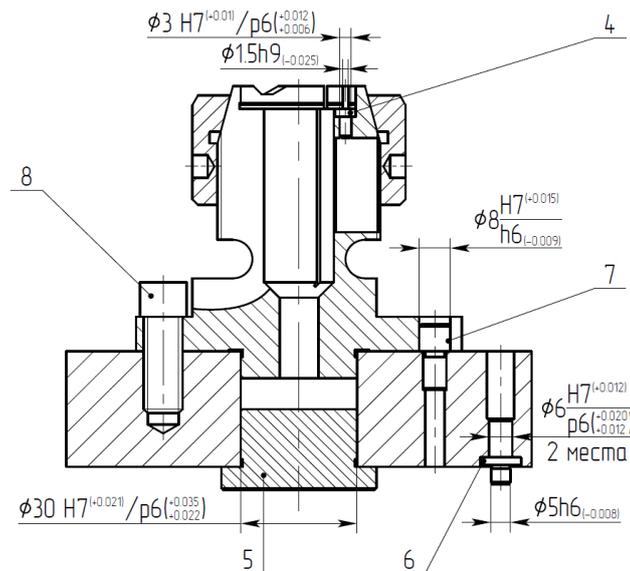


Рис. 3. Станочное приспособление - Оправка зажимная для детали «Магнитопровод»

Анализ конструкций станочных приспособлений показал наличие единого принципа их работы: все три заготовки деталей закрепляют в цанговые оправки, которые фиксируются на основании и устанавливаются на стол станка. В ходе исследования выявлено необоснованное разнообразие конструкций применяемых станочных приспособлений. В целях сокращения времени на обслуживание оснащения, а также расширения технологических возможностей используемого оборудования предлагается разработать унифицированную конструкцию станочного приспособления, которое за счет небольшой переналадки можно было бы использовать при изготовлении любой детали из группы.

Модернизация применяемых конструкций потребовала разработки конструкции единого элемента: общего основания.

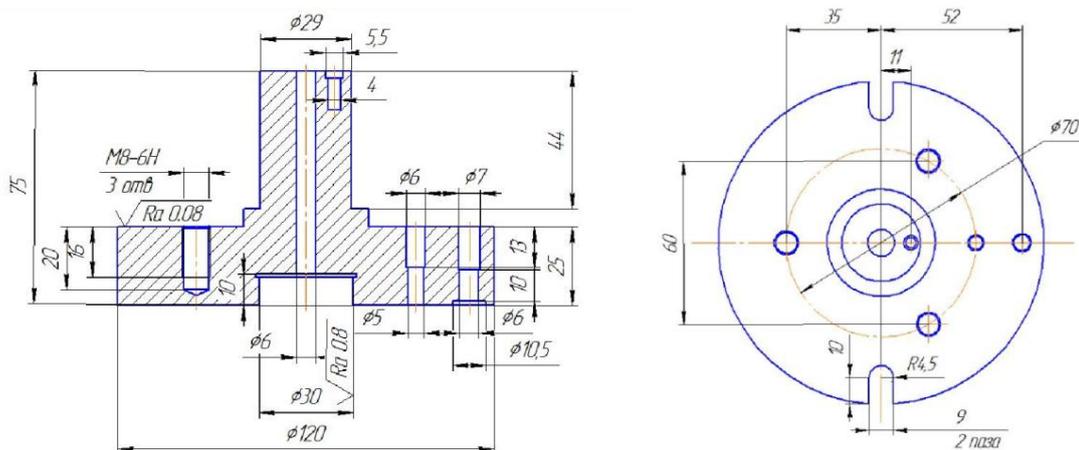
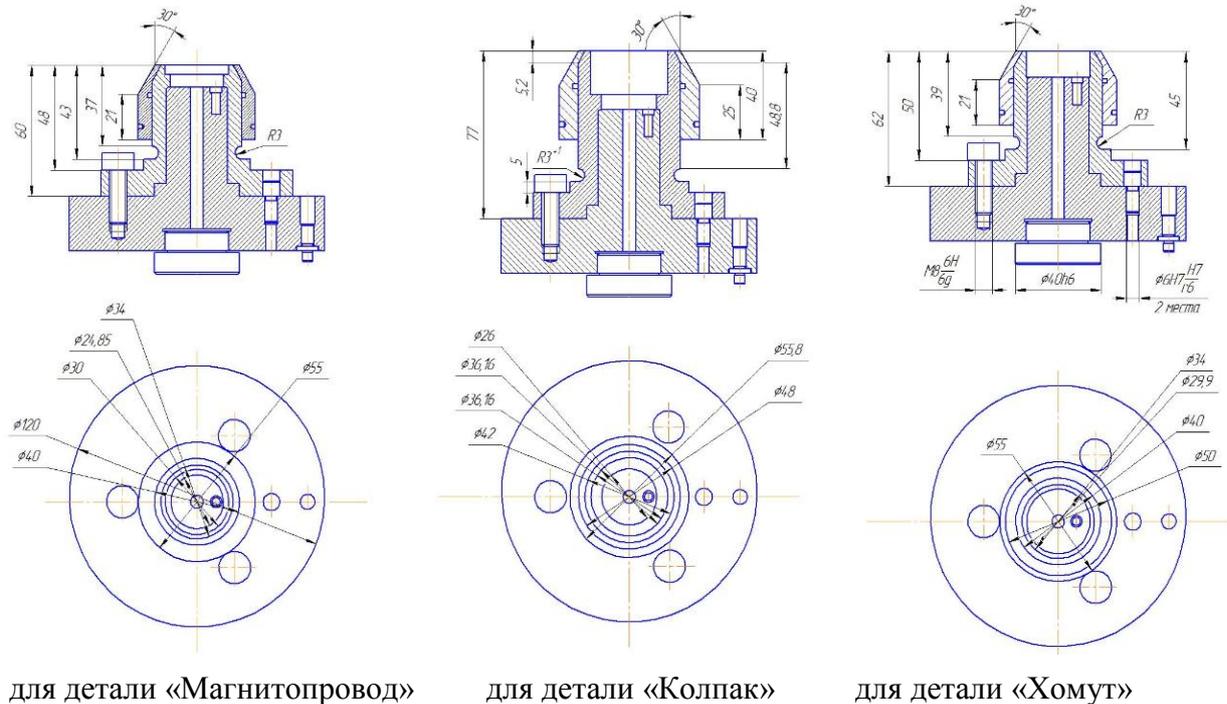


Рис. 4. Основание

Разработанная конструкция основания $\phi 120$ мм (материал Сталь 45 ГОСТ1050-2013) приведена на рис. 4. Оно устанавливается на стол станка и закрепляется на нем с помощью двух пазов и двух ориентирующих пальцев

Ø40h6 и Ø5h6. На данное основание будут надеваться три разные по размеру зажимные цанги и закрепляться на нем с помощью трех винтов и пальца. Предлагаемая конструкция приспособления позволит закреплять заготовки деталей «Колпак», Хомут» и «Магнитопровод». Ожидается, что разработанное станочное приспособление снизит производительность труда, время на установку и закрепление детали, а также позволит уменьшить затраты на производство трех отдельных станочных приспособлений.

Эскизы разработанных конструкций переналаживаемых станочных приспособлений с использованием единого элемента «Основание» представлены на рис. 5.



для детали «Магнитопровод»

для детали «Колпак»

для детали «Хомут»

Рис. 5. Варианты конструкций переналаживаемого станочного приспособления с использованием единого элемента «Основание»

Принцип действия приспособления для базирования и закрепления на примере детали «Колпак» приведен на рис. 6.

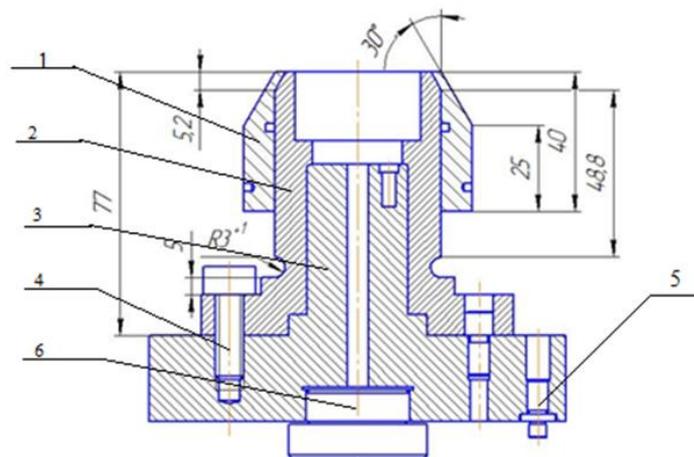


Рис. 6. Переналаживаемое станочное приспособление «Оправка зажимная»

Основание 3 приспособления устанавливается на стол станка «Willem-408». С помощью посадочного пальца б основание приспособления ориентируется на столе станка. Закрепляется основание 3 на столе станка с помощью пальца 5. С помощью винтов 4 цанга 2 закрепляется на основании 3. Деталь «Колпак» устанавливается в цангу 2. С помощью гайки 1 деталь закрепляется на цанговой оправке, после чего происходит выполнение многоцелевой операции.

Разработанное приспособление удовлетворяет предъявляемым требованиям: точности, жесткости, экономичности.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения мероприятий по совершенствованию технологической оснастки находит выражение в ускорении подготовки производства и снижении затрат на ее осуществление.

Библиографический список

1. **Дубик, Е.А.** Оценка эффективности использования универсально-сборных приспособлений при внедрении инновационного процесса на производственном предприятии / Е.А. Дубик, И.А. Павлова, И.В. Демаков // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 12-5. – С. 1081-1089.
2. **Мычко, В.С.** Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Мычко В. С. - Электрон. текстовые данные. – Минск: Высшая школа, 2011. – 382 с.
3. **Прис, Н.М.** Конструкторско-технологические методы обеспечения заданных параметров точности в машиностроении / Н.М. Прис, А.Г. Схиртладзе, В.П. Пучков. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 364 с.

ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКАЮЩИХ ВИБРАЦИЙ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ С ВЫСОКОЙ РАБОЧЕЙ ЧАСТЬЮ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЭЛЕМЕНТА «КАРМАН» НА СТАНКЕ С ЧПУ

А. С. Козырь, Н.С. Пичугин

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»*

Рассмотрено влияние вибраций на монолитную концевую фрезу; выявлены пути для их устранения; высказаны выводы, сделанные из экспериментальной обработки элемента «карман» на чистовой операции в составе целого технологического процесса; представлено решение, приводящее к результату, обеспечивающему надлежащее качество детали и минимальную трудоемкость выполнения.

Ключевые слова: вибрации, резание, режущий инструмент, рабочая часть, трудоемкость технологического процесса, повышение качества, приспособления.

Вибрации, возникающие в процессе резания монолитной концевой фрезой, являются основным препятствием для получения точности размеров и шероховатости обрабатываемых поверхностей, снижают стойкость режущего инструмента, увеличивают трудоемкость технологического процесса. На возник-

новение колебаний влияют: состояние инструментальной оправки, вылет режущего инструмента, жёсткость приспособления, состояние станка в целом. Задача инженера – исключить их отрицательное воздействие на поверхность фрезерования.

Вибрации режущего инструмента подразделяются на два вида – вынужденные и автоколебания. Вынужденные колебания возникают вследствие периодичности резания, обусловленной входом и выходом зубьев в обрабатываемую заготовку. Чтобы снизить амплитуду таких колебаний, нужно принять ширину фрезерования равной или кратной осевому шагу фрезы. Возможно также появление вынужденных колебаний, вызванных биением фрезы. Их частота определяется скоростью вращения инструмента, а амплитуда – величиной биения. Доводка и выверка инструмента обеспечивает минимизацию уровня вынужденных колебаний такого рода [1].

К возникновению автоколебаний ведёт оставленный на поверхности волнообразный след от предыдущего зуба фрезы, что приводит к изменению мгновенной толщины реза и как следствие увеличению силы резания. Также автоколебания могут быть связаны с уменьшением жёсткости режущего инструмента, вследствие его высокой рабочей части (вылета).

Актуальность отсутствия вибраций имеет первостепенную важность для процесса изготовления деталей, так как является основой качества. И при обработке корпусных деталей, служащих для крепления и соединения комплекта деталей, входящих в одно изделие – эта проблема стоит очень остро.

Как пример, возьмём обработку внутреннего кармана глубиной 35 мм, с припуском по профилю равному 1,5 мм, с использованием концевой монолитной фрезы диаметром 6 мм в сборке с цанговым патроном, представленную на рис. 1.

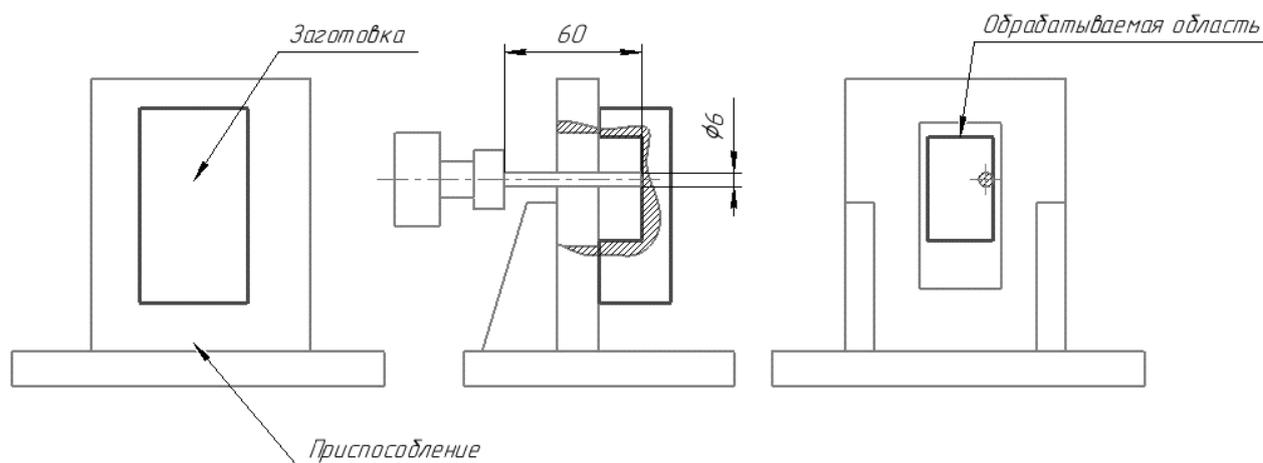


Рис. 1. Обработка кармана корпусной детали

Конструкция приспособления обеспечивает чистовую обработку пяти сторон детали, имеет освобождение под фрезерование кармана. Вылет инструмента зависит от прохождения инструментальной оснастки за пределами приспособления, во избежание столкновения подвижной части и равен 60 мм. Про-

цесс был воспроизведен на 5-координатном фрезерном обрабатывающем центре, материал резания – алюминий марки АМг6 ГОСТ 4784-97, режимы резания: $F = 700$ мм/мин, $n = 6300$ мм/об. Фрезерование поверхности кармана сопровождалось акустической нестабильностью, также после прохода фрезы на обработанной поверхности визуально наблюдались характерные «дробления», свидетельствующие об осевом колебании режущего инструмента. После 20 мин работы на инструменте были заметны сколы. Сделан вывод, что работа данной концевой фрезы с вылетом 60 мм ведёт к возникновению вибраций, сказывающихся отрицательно как на состоянии режущей кромки, так и на шероховатости поверхности, что ведёт к невозможности получения необходимого качества размеров кармана.

Существуют технологические пути уменьшения вибраций при обработке кармана:

- выбор оптимального количества и шага зубьев фрезы;
- смена методики фрезерования;
- использование антивибрационных держателей инструмента;
- снижение глубины резания;
- выбор оптимальных режимов резания;
- увеличение жесткости технологической системы (жёсткость элементов приспособления, уменьшение вылета инструмента).

Количество зубьев фрезы выбирается исходя из материала заготовки. Для работы по алюминию преимуществами обладают двух- и трёхзаходные концевые фрезы, имеющие более тонкую сердцевину, по сравнению с фрезами с 4-х и более зубьями, и обладающими большим пространством для выхода стружки, не образуя на режущей кромке, создающему дополнительную нагрузку на инструмент. Шаг концевых цилиндрических фрез подразделяется: на крупный, мелкий и нормальный. Зуб монолитных фрез с крупным шагом получается более прочным, что обеспечивает отведение тепла от режущих кромок, возможно срезать толстую стружку, работать с большой глубиной резания и обеспечивать низкие силы резания [4]. Такие фрезы применяются для нестабильной обработки с большими вылетами технологического инструмента и для защиты от вибраций. Этим требованиям выбранный для обработки элемента «карман» инструмент – отвечает.

Методики фрезерования подразделяются на попутные и встречные. При попутном фрезеровании направление подачи заготовки совпадает с вектором скорости резания. Образование стружки происходит от большей толщины к меньшей, что обеспечивает лучшую шероховатость поверхности. Под действием сил резания фреза прижимается к заготовке, благодаря чему режущая кромка находится в постоянном контакте с материалом и более устойчива к вибрациям. Этот способ является приоритетным для чистовой операции, где необходимо качество поверхности (её шероховатость), и именно он выбран для фрезерования кармана.

Если обратиться к техническому руководству фирмы Sandvik Coromant, то можно узнать, что внутри антивибрационной оснастки располагается демп-

фирующая система, позволяющая снизить амплитуду колебания и отвода режущей кромки от оси фрезы [3]. Минусом этих держателей является сравнительная их дороговизна, что ведёт к удорожанию технологического процесса.

При увеличении глубины срезаемого слоя происходит увеличение силы резания и амплитуды колебаний, происходит отрыв вершины инструмента от поверхности обработки и возникает биение [2]. Для предотвращения этого при выполнении фрезерования кармана, количество проходов режущего инструмента было увеличено, тем самым глубина резания была снижена от первоначальной равной 12 мм до 3 мм. Также стабильности качества поверхности и получаемых размеров удалось достичь экспериментальным путём, за счёт снижения не только глубины резания, но и режимов обработки с расчётных до приемлемых $F=100$ мм/мин, $n=1200$ об/мин. Что является большой потерей по времени.

Все решения, которые были перечислены, имеют при своих положительных влияниях на тенденцию уменьшения вибраций режущего инструмента, оказывают и отрицательное воздействие путём дополнительных затрат либо на дополнительную оснастку, либо на время обработки. Часть решений было применено и, при всей своей положительной направленности, не дало нужного результата.

Операция, в которой ведётся обработка данного кармана – часть технологического процесса на деталь «Корпус». На начальной стадии процесса производится черновое фрезерование данного кармана по режимам, апробированным на фрезеровании элемента «карман», изображённом на рис. 1 (чистовая операция), и показавшим большее вибрационное колебание. Выделяющаяся разница в условиях, соблюдавшихся в начальной черновой операции – это наличие меньшей рабочей части (37 мм) режущего инструмента, на сохранении которой необходимо сконцентрироваться в чистовой. Для этого техпроцесс детали «Корпус» подвергается изменениям, учитывающим данный аспект. Вводится дополнительная операция, куда переносится чистовое фрезерование элемента «карман», обеспечивается свободное движение инструмента и инструментальной оправки, удовлетворяющее минимальной рабочей части и избегающее ударной нагрузки. Для обработки используется стандартный инструмент, в данной случае фреза концевая Ø6 средней серии вместо длинной серии, используемой ранее. Приспособление проектируется и изготавливается на основе универсально-сборных приспособлений (УСП). Все эти условия позволяют избежать дополнительных потерь, связанных с приобретением дополнительной оснастки и проектированием, спецприспособления и отвечают всем требованиям к качеству получаемой детали.

Библиографический список

1. **Капшунов, В.В.** Повышение виброустойчивости и производительности концевого фрезерования способом модуляции скорости резания: дисс. Чита, ЧГТУ, 2003. – 192 с.
2. **Огневенко, Е.С.** Теоретические основы снижения уровня вибраций при использовании режущих инструментов с демпфирующими элементами // Технические науки – от теории к практике. – 2015. 47. – С. 55-62.
3. Техническая информация Sandvik Coromant. Обработка с большим вылетом – рекомендации. – Электронный ресурс // URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/machine-tooling-solutions/tooling-considerations/pages/long-overhangs.aspx>.

4. Техническая информация Sandvik Coromant. Выбор шага фрезы. – Электронный ресурс // URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/machine-tooling-solutions/tooling-considerations/pages/long-overhangs.aspx>.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ МАЛОЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

А.В. Корнилов¹, К.С. Корчагин^{1,2}

¹ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА»

^{1,2}Арзамасский политехнический институт (филиал)

ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

Рассмотрены основные функциональные возможности, принцип работы и технические особенности конструкции барометрического измерителя высотно-скоростных параметров для применения в составе объектов малой гражданской авиации.

Ключевые слова: высотно-скоростные параметры, гражданская авиация, летательный аппарат.

Введение

В соответствии с современными авиационными правилами, все летательные аппараты (ЛА), вне зависимости от их назначения, в обязательном порядке должны быть оснащены специальными техническими устройствами – измерителями высотно-скоростных параметров (ВСП) [1]. Они предназначены для измерения, преобразования и выдачи потребителю значений величины давления потока наружного воздуха (полного P_n и статического P_c), высотно-скоростных параметров: приборной $V_{пр}$, вертикальной $V_{верт}$ и истинной $V_{ист}$ скоростей, абсолютной $H_{абс}$ и относительной $H_{отн}$ барометрических высот, числа Маха.

Измерение ВСП полета ЛА может осуществляться с помощью радиоэлектронных или барометрических средств. Радиоэлектронные устройства имеют ряд недостатков, поэтому наибольшее применение получили барометрические измерители, хотя в составе ЛА, в соответствии с [1], должны применяться оба типа измерителей.

По результатам совещания под председательством Президента РФ по вопросам диверсификации, в нашей стране начата разработка и усовершенствование малогабаритных ЛА. Самыми перспективными проектами на сегодняшний день являются учебно-тренировочные самолеты СР-10 и Як-152 (военное назначение), СМ-92 и ТВС-2ДТС (гражданское/двойное назначение).

Однако отечественная авиационная промышленность не способна обеспечить оснащение указанных самолетов современной технологичной авионикой, а в условиях санкционных ограничений применение систем иностранного производства крайне затруднено или вообще невозможно.

Таким образом, актуальна разработка измерителя ВСП, который возможно применить не только в составе военной, но и в составе гражданской авиационной техники.

Специальная часть

Разрабатываемый измеритель ВСП относится к классу барометрических приборов. В основе всех барометрических приборов лежит принцип преобразования статического и полного давления воздуха с помощью чувствительных элементов в аналоговый или цифровой сигнал [2].

Структурная схема измерительного канала ЛА с разрабатываемым измерителем ВСП приведена на рис. 1.

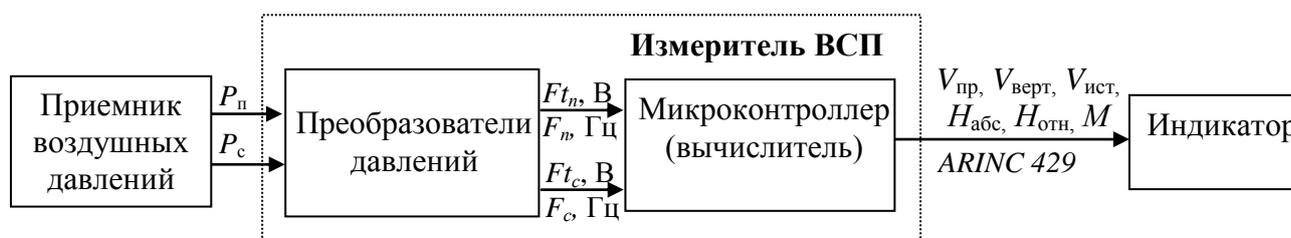


Рис. 1. Структурная схема измерителя ВСП в составе измерительного канала ЛА

Набегающий поток воздуха, попадая в специальные камеры приемников воздушного давления (расположены на внешней стороне фюзеляжа ЛА), «разделяется» и по пневмотрактам поступает на преобразователи давления. Изначально, измерение давления осуществлялось с помощью aneroid boxes – устройств, представляющих собой капсулу с тонкими металлическими стенками, в которой создан вакуум. Такие устройства имеют ряд недостатков, поэтому современные высокотехнологичные измерители строятся с применением малогабаритных датчиков давления.

В качестве первичных преобразователей в разрабатываемом измерителе ВСП применены преобразователи статического и полного давления на основе кварцевых баро- и термочувствительных элементов ПДТК. На выходе ПДТК формируются частотные сигналы, пропорциональные измеряемому давлению и температуре, которые поступают на вход микроконтроллера. В нем происходит вычисление значений ВСП, после чего осуществляется выдача информации посредством стандартных авиационных интерфейсов передачи данных, например *ARINC-429*, на индикаторы или другие приборы в составе бортового оборудования.

Подобный подход используется многими разработчиками авиационной техники, как в России, так и за рубежом. Среди иностранных производителей можно выделить «Garmin» (США), специализирующийся на системах для гражданской авиации. В нашей стране наибольших успехов достигло предприятие ОПК – АО «Аэроприбор-Восход» (г. Москва). Предприятие на протяжении десятилетий занимается разработкой систем измерения ВСП для ЛА военного назначения [3], однако последние несколько лет выбранная специализация заставляет применять комплектующие исключительно отечественного производства с приемкой «ВП» в целях обеспечения импортонезависимости. В результате, разрабатываемые системы имеют высокие точностные характеристики, но

при этом, существенные массу и габариты и высокую стоимость. Тем не менее, анализ конструкции измерителей ВСП «Garmin» наглядно доказывает, что основными требованиями к системам для малой гражданской авиации являются приемлемая точность, низкая стоимость, малые габариты, наличие модульной конструкции и соответствие гражданским стандартам разработки.

В результате, в нашей стране отсутствует предприятие, способное конкурировать с системами разработками «Garmin» на рынке высокотехнологичной гражданской продукции.

Поэтому другое отечественное предприятие из состава ОПК – ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА» (г. Арзамас) – приняло решение начать разработку измерителей ВСП на базе электрорадиоизделий (ЭРИ) как с приемкой «ОТК» для малой гражданской авиации, так и с приемкой «ВП» для военной авиации. Это позволит обеспечить необходимые точностные характеристики, габариты и ценовой диапазон, удовлетворяющие требованиям любого ЛА, вне зависимости от сферы назначения.

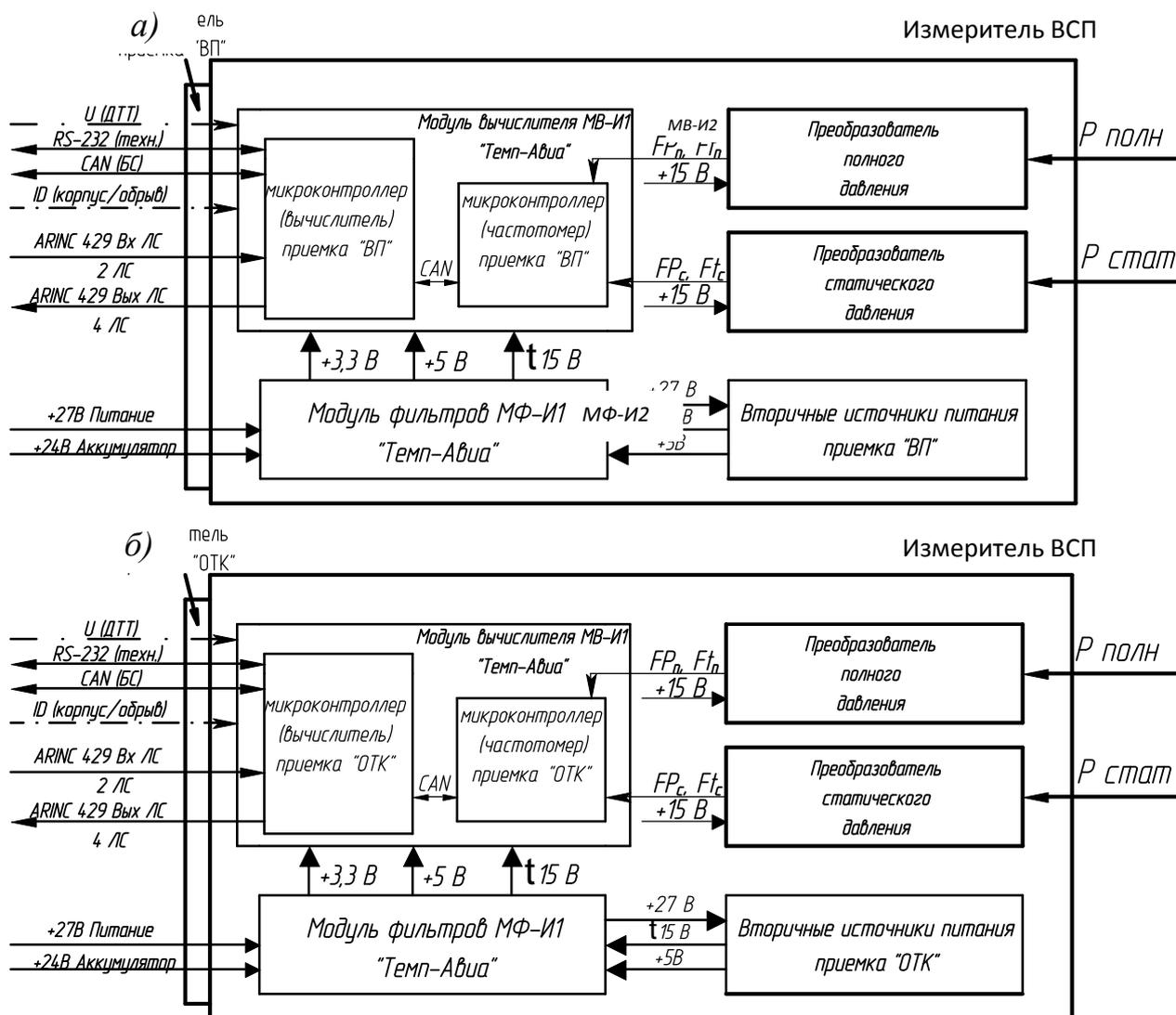


Рис. 2. Функциональные схемы измерителя ВСП:

а – на отечественных ЭРИ с приемкой «ВП»;
 б – на импортных ЭРИ и отечественных ЭРИ с приемкой «ОТК»

Особенностью конструкции разрабатываемого измерителя ВСП является ее универсальность: применение ЭРИ с приемкой «ОТК» или «ВП» дает возможность применять его в составе объектов как гражданского, так и двойного назначения без изменения габаритных размеров печатных плат и изделия в целом.

Вычисление значений ВСП в разрабатываемом измерителе будет осуществляться по формулам, принятым для высоты полета ЛА до 11000 м:

- для абсолютной барометрической высоты $H_{\text{абс}}$:

$$H_{\text{абс}} = \frac{8,96196 - P_c^{0,1902631}}{0,000202162},$$

где P_c – значение статического давления;

- для приборной скорости $V_{\text{пр}}$:

$$V_{\text{пр}} = 2739,314 \cdot \sqrt{\left(\frac{P_d}{101325} - 1\right)^{\frac{1}{3,5}} - 1},$$

где P_d – динамическое давление,

при том, что P_d определяется как разность давлений:

$$P_d = P_{\text{п}} - P_c,$$

где $P_{\text{п}}$ – значение полного давления;

P_c – значение статического давления;

- для числа Маха M :

$$M = \sqrt{\frac{(P_{\text{п}}/P_c)^{\frac{1}{3,5}} - 1}{0,2}}.$$

Принимая информацию с дополнительных измерителей из состава ЛА, например, с датчика температуры торможения, появляется возможность производить вычисление дополнительных параметров: в частности, истинной скорости $V_{\text{ист}}$ и температуры наружного воздуха $T_{\text{нв}}$.

Температура торможения T_T находится по формуле:

$$T_T = 0,0010152 \cdot r^2 + 2,315 \cdot r - 241,68,$$

где r – фильтрованное значение сопротивления датчика температуры торможения.

Соответственно истинная скорость $V_{\text{ист}}$ определяется выражением:

$$V_{\text{ист}} = 72,16848 \cdot \frac{M \cdot \sqrt{T_T}}{\sqrt{1 + 0,2M^2}},$$

где M – значение числа Маха;

T_T – значение температуры торможения.

Тогда

$$T_{\text{нв}} = T_T - 3,840034 \cdot 10^{-5} \cdot V_{\text{ист}}^2,$$

где T_T – температура торможения;

$V_{\text{ист}}$ – истинная скорость.

Соответственно для обеспечения требуемой точности вычисления ВСП необходимо с высокой точностью измерять значения давления и температуры. С учетом возможности установки измерителя ВСП в негерметичном неотапливаемом отсеке ЛА (фюзеляж или крыло), целесообразно предусмотреть возможность оценки и дальнейшего учета систематической составляющей погрешности, вызванной температурным воздействием (в диапазоне температур от минус 60 °С до +60 °С). Оценка величины систематической погрешности производится с помощью проведения процедуры калибровки: опытным путем при воздействии различных температур определяется измеряемое значение давления, вычисляется его отклонение от истинного и формируется соответствующий коэффициент. Полученные в результате калибровки коэффициенты записываются в память микроконтроллера, и впоследствии учитываются при расчете ВСП при влиянии той или иной температуры.

Полиномиальная зависимость расчета величины давления имеет следующий вид:

$$P = \sum_{i=0}^{i=5} \sum_{j=0}^{j=4} K_{ji} \cdot F^i \cdot T^j,$$

где P – истинное значение давления;

F – текущее значение частоты, пропорциональное давлению, Гц;

T – текущее значение температуры датчика давления, Гц;

K_{ij} – калибровочные коэффициенты преобразователя давления (определяются экспериментально в процессе калибровки при воздействии различных температур).

Заключение

На данный момент результатом разработки измерителя ВСП для малой гражданской авиации является выбор технического подхода (обоснование конструкции и определение основных функциональных зависимостей). Следующим этапом станет изготовление непосредственно макетного образца измерителя и проведение его наземной отработки с целью подтверждения достоверности принятых решений.

Библиографический список

1. ФАВТ. Авиационные правила. Часть 23 «Нормы летной годности гражданских легких самолетов». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.favt.ru/public/materials//5/7/d/3/0/57d30d5adfc02d7f20d96ffc9009c032.pdf> (дата обращения 15.03.2020);
2. **Мамаева, В.Я.** Воздушная навигация и элементы самолетовождения: учеб. пособие / В.Я. Мамаева, А.Н. Синяков. – СПб.: СПбГУАП, 2002. – 256 с.
3. АО Аэроприбор-Восход. Система измерения высотно-скоростных параметров СИ ВСП-35. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aeropribor.ru/production/5/83/> (дата обращения 15.03.2020).

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПЭТ-БУТЫЛОК В ФИЛАМЕНТ ДЛЯ 3D-ПРИНТЕРА

И.А. Кузнецов, Е.И. Лазарева

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассмотрена актуальность разработки устройства для переработки вторичного сырья ПЭТ-бутылок для 3D-принтера.

Ключевые слова: ПЭТ-бутылки, филамент, 3D-принтер, устройство для переработки.

По статистике в крупном городе один человек создает каждый год около 300 кг мусора, среди которого треть занимают ПЭТ-бутылки или полиэтиленовая тара. Существуют два основных способа утилизации пластиковых отходов: первый – это захоронение на свалках и полигонах; второй – отправлять на мусоросжигательные заводы. Тонны таких отходов вывозятся на мусорные полигоны и свалки, где пластик разлагается и происходит отравление почв и грунтовых вод, длительность данных процессов может достигать 1000 лет. При сжигании они выделяют токсические вещества, которые вывести из организма крайне сложно. Следовательно, оба варианта наносят вред экологии. Именно поэтому переработка ПЭТ-материалов является важным делом и достаточно прибыльным бизнесом.

На данный момент в мире существуют разные виды пластика, однако, не весь он может быть переработан. Узнать, какой же пригоден для переработки, поможет маркировка (рис. 1).



Рис. 1. Маркировка на пластике

1. PET(E) или ПЭТ – полиэтилентерефталат.

Один из распространенных видов пластика. Наиболее распространен при производстве бутылок для воды и других напитков. Однако он является одноразовым. Хорошо поддается утилизации и переработке.

2. PEHD (HDPE) или ПНД — полиэтилен низкого давления.

Используется при создании бутылок для пищевых (сок, молоко) и непищевых жидкостей (косметика, гель для душа, моющие средства). Самый главный недостаток: при воздействии температуры выделяет опасные канцерогены, но он легко может быть переработан.

3. PVC или ПВХ – поливинилхлорид

Обладает такими важным свойством, как прочность. В основном применяется в строительных и технических целях. Ни в коем случае не должен контактировать с пищей. При сжигании выделяет большое количество газов, которые наносят вред здоровью, почти не поддается переработке.

4. PELD (LDPE) или ПВД – полиэтилен высокого давления

Используется при создании игрушек, пакеты, пригодные для хранения пищи, линолеум и другое. Один из наименее вредных пластиков, токсичен при нагревании, но его можно переработать.

5. PP или ПП – полипропилен.

Этот материал обладает таким важным свойством, как термостойкость. Поэтому используется при изготовлении деталей в автоиндустрии, некоторого оборудования, упаковок, пищевых контейнеров и посуды. Этот пластик считается безвредным для здоровья человека. Можно переработать.

6. PS или ПС – полистирол, бывает обычный и вспененный.

Потенциально опасен из-за содержания стирола. Стирол может выделяться при вторичном использовании материала и/или нагревании. Содержится в одноразовой посуде, приборах, теплоизоляции, пенопласте и другом. Плохо поддается утилизации, поэтому лучше сократить или вовсе отказаться от использования этого вида пластика.

7. O(ther) или ДРУГОЕ.

Сюда входят все остальные виды пластика, не попавшие ни в одну из перечисленных ранее групп. Чаще – это поликарбонат (маркировка PC). Нередко – смешанные виды пластика, из-за чего утилизация изделия становится практически невозможной. Получили практическое повсеместное применение. Опасность заключается в возможности выделения бисфенола, при мытье, нагревании или многократном использовании.

В настоящее время широкое распространение получили 3D-принтеры, если раньше их могли позволить себе лишь крупные компании, то теперь появилась возможность купить их для личных нужд.

3D-принтер – это устройство, которое формирует объёмный физический объект на основе виртуальной 3D-модели, созданной с помощью компьютера. В основе технологии 3D-печати лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдой модели. На данный момент самыми дешёвыми и распространёнными 3D-принтерами являются те, которые работают по технологии FDM (метод послойного наплавления) [1].

Расходные материалы (филаменты) для 3D-принтеров представляют собой пластиковые нити толщиной от 1,7 до 3 мм, намотанные на катушки. Пластик для печати бывает различных типов и обладает разными свойствами.

Расходные материалы, а именно пластик для печати, стоит дорого. Но эту проблему можно решить благодаря производству филамента в бытовых условиях. Наилучшим материалом для реализации этого являются ПЭТ-бутылки. Для этого потребуется собрать установку, которая посредством температуры и уплотнения пластика будет производить его формовку в нить толщиной от 1,7 до 2 мм (зависит от формирующей насадки и температуры нагревательного элемента).

Установку можно разбить на четыре основных блока:

- подача пластика;
- формовка под действием температуры;
- охлаждение пластика;
- намотка готовой нити на катушку.

От того, как мы будем подавать пластик, зависит конструкция установки. Существуют два способа подачи расходного материала.

Первый способ – пластик подается в нагревательный элемент в виде непрерывной ленты.

Второй способ – раздробленный пластик, прошедший термическую обработку, засыпается в специальный контейнер, откуда с помощью шнека доставляется до нагревательного элемента.

У каждого из методов есть свои преимущества и недостатки.

Рассмотрим первый способ. Главным преимуществом является простота технологического процесса подготовки и процесса самой переработки ПЭТ-бутылок. Все, что необходимо сделать с бутылками – это намыть их и правильно установить в станке. Это же и является недостатком при производстве филамента. При этом способе необходимо находиться всегда рядом с установкой, чтобы вовремя менять бутылки. Существует и альтернативный вариант подачи. Бутылки предварительно нарезаются в ленты, а затем спаиваются в единую конструкцию и после этого лента устанавливается в устройство по переработке.

Второй способ заключается в том, что пластик подаётся в установку в виде крошки. Главным преимуществом этого способа является то, что можно легко автоматизировать процесс переработки большого объёма ПЭТ-бутылок в крошку, а затем подачу её в 3D-принтер. Но подготовительный процесс перера-

ботки очень сложный и трудоемкий, требует дополнительного оборудования и места для его установки [2].

Таким образом, более подходящим вариантом производства пластика малого объема для 3D-принтера из ПЭТ-бутылок – является первый вариант. Второй вариант подходит малым предприятиям, которые захотят заниматься производством расходных материалов для последующей перепродажи.

Так как первый вариант нам подходит больше, чем второй, то разработаем конструкцию устройства с подачей пластика в виде ленты небольшой ширины.

Алгоритм работы устройства будет выглядеть следующим образом:

1. Фиксация бутылки на станке.
2. Лента пропускается через нагревательный элемент.
3. Охлаждение.
4. Накрутка готового филамента на бобину.
5. Спайка нескольких кусков филамента при необходимости.

В качестве контроллера, через которого будет происходить управление станком, будет служить плата Arduino. Выбор пал именно на него, так как он хорошо совместим со многими модулями, обладает небольшой ценой и хорошим функционалом. Через него будет происходить управление температурой, скоростью подачи исходного материала, контроль толщины готового филамента. Движение бобины, на которую будет накручиваться готовый филамент, будет осуществляться при помощи шагового двигателя. В качестве нагревательного элемента будет использоваться керамический нагреватель, с присоединенной термопарой для отслеживания температуры. Одна из самых сложных операций – это измерение выходного диаметра пластика. Она будет осуществляться либо при помощи цифрового штангенциркуля, либо же при помощи фоторезистора [3].

Таким образом, разработка и производство устройства для переработки ПЭТ-бутылок в пригодный пластик для 3D-принтера позволит решить следующие задачи:

- улучшить экологическую обстановку;
- производить печать на 3D принтере с наименьшими финансовыми потерями.

В дальнейшем возможна модернизация станка для производства пластика на продажу, так как это очень выгодно. Один килограмм ПЭТ-бутылок стоит всего лишь 20 руб., а килограмм готового филамента стоит, как минимум, 700 руб. Таким образом, данный станок быстро может себя окупить и будет приносить прибыль.

Библиографический список

1. Горьков, Д. 3D-печать в малом бизнесе // 3D-Print-nt.ru, 2015. - 104 с.
2. Ким, В.С. Теория и практика экструзии полимеров / В.С. Ким. – М.: Химия, 2005. – 568 с.
3. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino / У.Соммер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 240 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ АЛМАЗНОГО ПОРОШКА ПО ФОРМЕ И РАЗМЕРУ ЗЕРЕН

А.В. Курнеников, А.Ю. Шурыгин, В.В. Глебов, В.С. Березкин
Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

Обозначена актуальность разделения алмазных шлифпорошков по размеру и форме зерна для повышения их качества. Представлено описание и принцип действия установки роторного типа, которая позволяет обеспечить высокую производительность процесса разделения порошков. Приведенные результаты численного моделирования процесса разделения позволили определить траектории движения зерен и границы приемных отсеков. В результате выход алмазного шлифпорошка высокого качества может составить по массе около 85% от массы исходного.

Ключевые слова: шлифование, алмазный инструмент, зерно, алмазный шлифпорошок, качество, разделение, размер, форма, ротор.

В настоящее время на операциях шлифования различных материалов (стекло, керамика, ситаллы и др.) широко применяют инструменты на основе зерен синтетических алмазов. Одним из перспективных путей повышения качества инструмента является использование алмазных зерен, классифицированных не только по размеру, но и по форме. Зерна с одинаковым номером зернистости значительно отличаются линейными размерами и периодом стойкости, что вызывает разнопрочность рабочего слоя инструмента и его хаотичный износ [1]. При этом существующие в настоящее время вибрационные методы классификации по форме зерен являются малопродуктивными.

Для реализации процесса классификации алмазных шлифпорошков по форме и размерам зерна разработана установка [2], схема которой представлена на рис. 1. Составными элементами установки являются смесительная воронка 1, которая необходима для перемешивания рабочей жидкости с алмазным порошком; ротор 2 с криволинейной образующей и приемник 3 для сбора фракций алмазных зерен. На одном валу с ротором закреплено рабочее колесо насоса 4, который обеспечивает циркуляцию рабочей жидкости. Вал установки приводится во вращении электродвигателем 5. Основными технологическими параметрами работы установки являются угловая скорость вращения ротора и расход жидкости, который определяется диаметром питающего отверстия воронки. Опытный образец установки представлен на рис. 2.

Применяемый ротор сферической формы позволяет создавать центробежное инерционное силовое поле, величина которого меняется вдоль образующей поверхности ротора. Это позволяет зернам развивать силу инерции, достаточную для выхода из потока жидкости и дальнейшего движения в воздушной среде до попадания в приемные отсеки.

Частота вращения ротора определяется зернистостью разделяемого алмазного порошка. Алмазные зерна в зависимости от их размеров и формы попадают в отсеки приемника на разной удаленности от ротора.

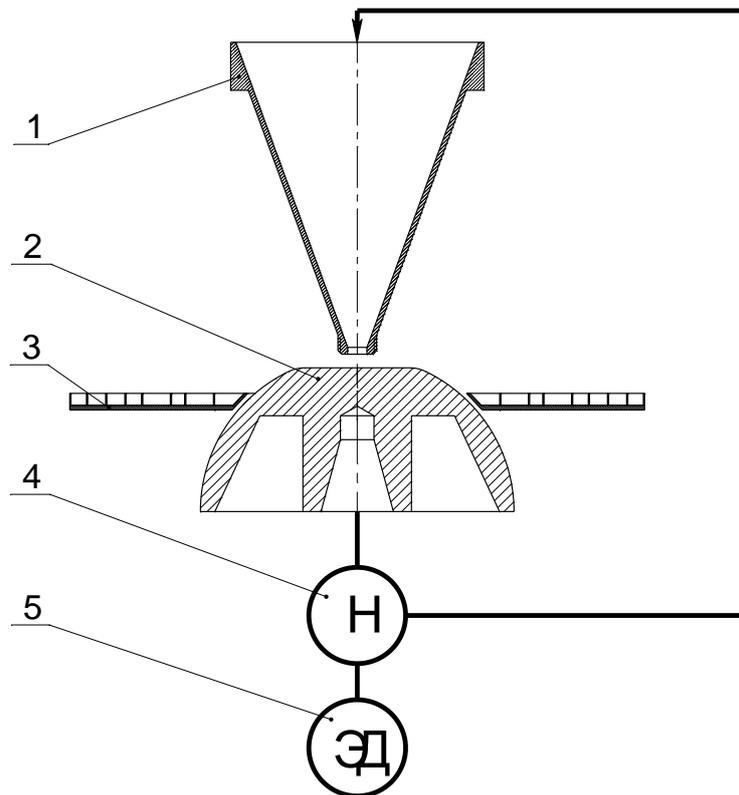


Рис. 1. Конструктивная схема установки роторного типа



Рис. 2. Опытный образец установки роторного типа

Процесс разделения алмазного порошка с применением разработанной установки является сложным, включающим в себя движение тонкого слоя жидкости по поверхности ротора в поле центробежных сил и движение зерен в жидкости и воздушной среде. Движение жидкости описывается системой уравнений Навье – Стокса и является по своей природе волновым течением, а движение зерен описывается отдельно уравнением движения в жидкости и в воздушной среде [3]. Эффективность процесса разделения во многом зависит от устойчивости потока жидкости на поверхности вращающегося ротора, отсутствие которой создает волновое течение жидкости и, как следствие, переменную толщину потока [4].

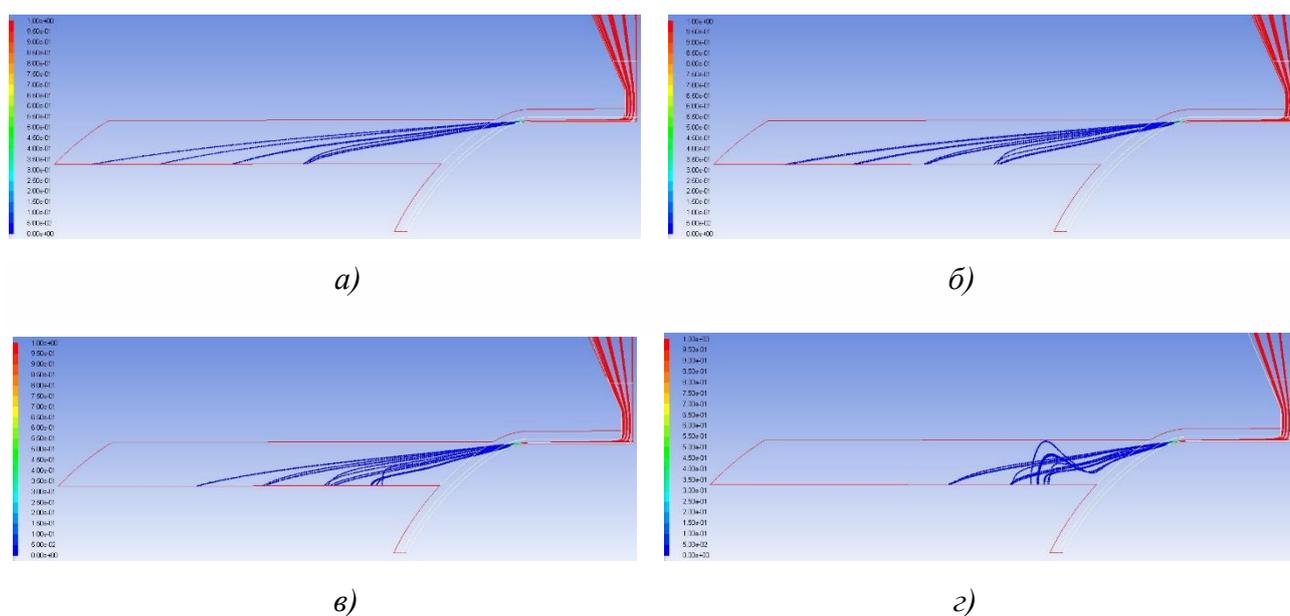


Рис. 3. Траектории движения алмазных зерен при угловой скорости вращения ротора 250 рад/с и расходе жидкости 4 л/мин:
а – зерна изометричной формы; *б* – промежуточной формы;
в – пластинчатой формы; *г* – игольчатой формы

Были проведены исследования процесса разделения по размеру и форме зерен алмазного шлифпорошка зернистостью 80/63 мкм на основе численного моделирования методом конечных элементов с использованием гидрогазодинамического модуля ANSYS Fluent, результаты которых представлены в работе [5]. Анализ полученных траекторий движения зерен (рис. 3) позволил установить границы концентрично расположенных приемных отсеков. При этом основная доля зерен изометричной и промежуточной формы попадут в отдаленный от ротора отсек, а зерна пластинчатой и игольчатой формы – в отсек, расположенный ближе к ротору. В результате классификации выход алмазного шлифпорошка высокого качества, состоящего из зерен изометричной и промежуточной формы, может составить по массе около 85% от массы исходного шлифпорошка.

Библиографический список

1. **Байдакова, Н.В.** Повышение эффективности шлифования путем применения инструмента из классифицированного по размеру и форме абразивного зерна: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Н.В. Байдакова. – Саратов, 2006. – 16 с.
2. Пат. 2513936 (РФ). Установка для классификации зерен абразивного материала / Глебов В.В., Шурыгин А.Ю., Сорокин В.М., Помелов Н.А. – 2014.
3. **Глебов, В.В.** Расчет основных технологических параметров процесса отделения абразивной фракции из СОЖ центрифугированием / В.В. Глебов, В.П. Пучков, В.М. Сорокин, А.Ю. Шурыгин // Справочник. Инженерный журнал. – 2006. – №1. – С. 9–13.
4. **Курненко, А.В.** Исследование влияния конструктивно-технологических параметров установки очистки СОЖ на гидродинамическую устойчивость потока на основе конечно-элементного моделирования / А.В. Курненко, В.В. Глебов, А.Ю. Шурыгин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – №2. – С. 104–107.
5. **Kurnenkov A.V.** [et al.] 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 709 044042.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НУЛЕВОГО СИГНАЛА ДНГ ДП НА АСК

Е.О. Лобань¹, И.О. Суворова²

¹ Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

² АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина»

Рассматривается реализация усовершенствованного алгоритма получения данных на автоматизированной системе контроля (АСК) с блока инерциальных датчиков. Алгоритм позволяет увеличить точность работы АСК и повышает объективность аттестации.

Ключевые слова: автоматизированная система контроля, блок датчиков, нулевой сигнал, математическое ожидание, дисперсия, измерения, оценка, анализ.

Автоматизированные системы контроля (АСК), предназначенные для выполнения стендовых испытаний, необходимы для снижения издержек в производстве, в частности, изделий навигационно-пилотажных систем. На стадии разработки изделий с их помощью можно выполнять научно-исследовательские эксперименты, а также доводку изделий до соответствия тактико-техническим требованиям; еще в большей степени они необходимы для серийных испытаний на производстве, а также при вводе в эксплуатацию и перманентной плановой диагностике измерительной техники. АСК состоят из аппаратной и программной частей, и наиболее экономичный путь совершенствования характеристик АСК – это улучшение программной компоненты, что и является актуальной задачей.

В настоящей работе реализован усовершенствованный алгоритм получения данных на АСК с блока датчиков. Блок датчиков используется в гиринерциальном блоке (ГИБ) для получения данных об ускорениях и угловых скоростях для последующей обработки. Алгоритм с улучшенной точностью расчета инструментальных погрешностей базируется на организации временной избыточности измерений с последующей обработкой по типовым методикам.

Блок датчиков (БД) представляет собой закрепленный в жестком корпусе комплекс, состоящий из трех акселерометров, двух ДНГ ДП и одного датчика температуры. Акселерометры закреплены в корпусе блока таким образом, что их измерительные оси ортогональны друг другу и направлены по осям связанной с ЛА системы координат. Один из ДНГ ДП является однокомпонентным (ось x , Арретир), второй – двухкомпонентным (оси Y, Z) и все измерительные оси их также ортогональны. В соответствии с набором датчиков блок предназначен для измерения вектора линейного ускорения подвижного объекта в форме трех компонент ускорений по перпендикулярным осям и вектора угловой скорости.

Автоматизированная система контроля предназначена для аттестации проверяемого блока датчиков и проведения приемо-сдаточных испытаний. Она производит прием информации, поступающей от абонента, выделение из информации систематических погрешностей изделия.

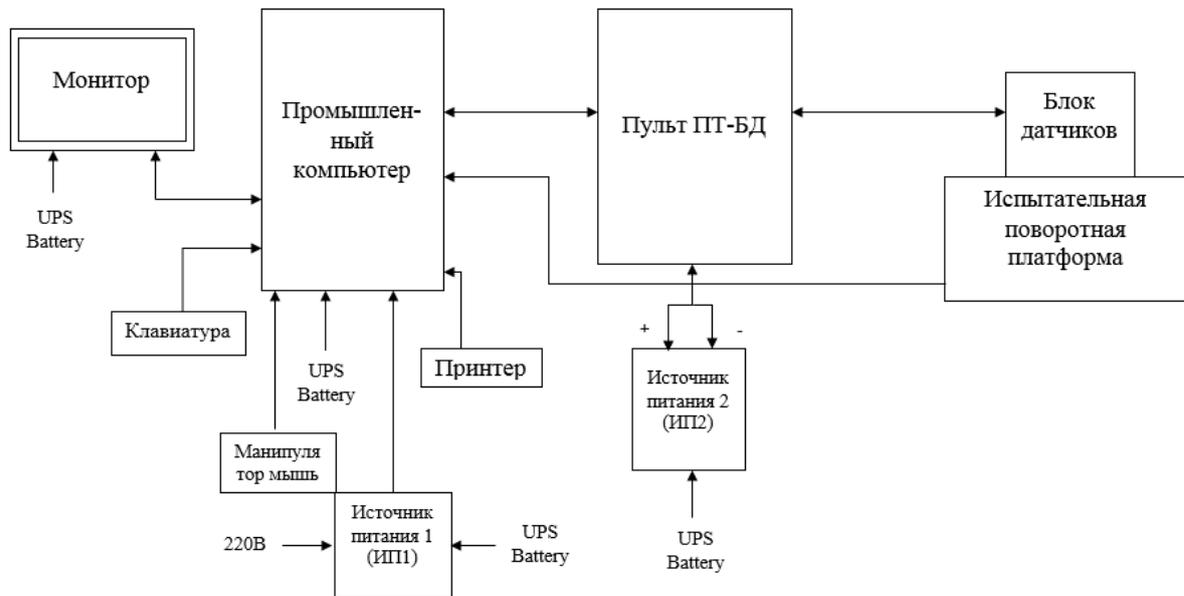


Рис. 1. Блок-схема АСК

АСК состоит из аппаратной и программной частей. Аппаратная часть содержит: испытательную поворотную платформу с установленным на ней блоком датчиков, компьютер для управления платформой с установленным на него ПО для съема данных и источники питания ИП1, ИП2. Одним из основных составляющих АСК является пульт ПТ-БД, предназначенный для съема, преобразования и передачи измеренных сигналов с блока датчиков на компьютер. В пульте реализована основная электрическая часть всего комплекса.

При работе с изделием АСК обеспечивает съем аналоговых данных с датчиков момента двух приборов ДНГДП, входящих в состав изделия, и с трех датчиков линейного ускорения, преобразуя их в цифровой код, передачу полученного кода по 16-разрядному двоичному параллельному коду от аппаратной к программной части АСК и вывод полученных значений на экран монитора.

При проведении каждого эксперимента по определению нулевого сигнала ДНГ ДП сумма импульсов на выходе N_i , пересчитанная во входной сигнал, рассчитывается по формуле:

$$\Omega_i = 3600 \cdot N_i \cdot \frac{C_{\text{мр}}}{t_{\phi}},$$

где N_i – сумма импульсов; $i = 3,4,7,8,11,12$; $C_{\text{мр}}$ – цена младшего разряда (=0.00375 град); t_{ϕ} – время наблюдения (=10 с),

обусловлена следующими слагаемыми: O_{ci} – нулевой сигнал ДНГ ДП, в общем случае носящий случайный характер и соответствующий проекции угловой скорости вращения Земли $\Delta\omega_3$:

$$\Omega_i = O_{ci} \pm \Delta\omega_3 \quad (1)$$

Знаки \pm зависят от ориентации блока датчиков на неподвижной платформе поворотной установки.

Из (1) получаем общую формулу для вычисления значения нулевого сигнала ДНГ ДП:

$$O_{ci} = \Omega_i \pm \Delta\omega_z \quad (2)$$

Для увеличения точности обработки результатов определения нулевого сигнала как случайного процесса и перехода к неслучайным функциям, характеризующим случайный процесс (математическое ожидание, дисперсия), используем метод многократных измерений с разной ориентацией блока. Для исключения из результатов измерений вредных компонентов, вносящих излишний информационный шум, целесообразно проводить «парные» измерения, в результаты которых эти компоненты входят с разными знаками; в этих целях главную ось гироскопа разворачивают на 180° . В предлагаемой методике используются четыре положения гироскопа с горизонтальной осью чувствительности и горизонтальной главной осью, развернутой в азимуте на углы соответственно $A < 90^\circ$ (в северо-восточном направлении), $(90^\circ + A)$ (в юго-восточном направлении), $(180^\circ + A)$ (в юго-западном направлении) и $(270^\circ + A)$ (в северо-западном направлении). Кроме того, еще два положения гироскопа с осью чувствительности, направленной последовательно вверх по вертикали, и вниз (рис. 2).

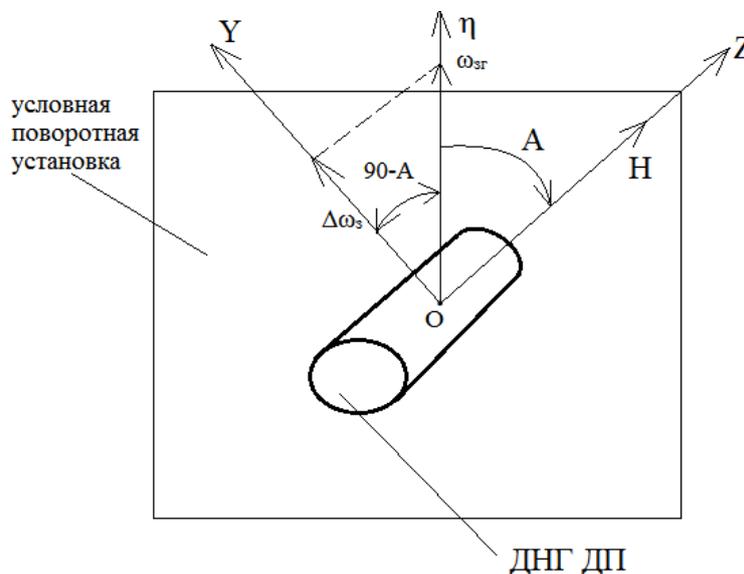


Рис. 2. К выводу измеряемых кажущихся уходов гироскопа в зависимости от его ориентации

На рис. 3 иллюстрируется получение горизонтальной и вертикальной составляющих кажущегося ухода гироскопа вследствие вращения Земли с учетом широты места его расположения.

Если ось чувствительности гироскопа лежит в плоскости условной горизонтальной платформы и направлена строго на север (по касательной к меридиану места), то гироскоп измеряет (кажущийся уход гироскопа вследствие со-

хранения им неизменности направления кинетического момента \vec{H} в инерциальном пространстве) проекцию угловой скорости, равную:

$$\omega_{зГ} = \omega_3 \cos\varphi.$$

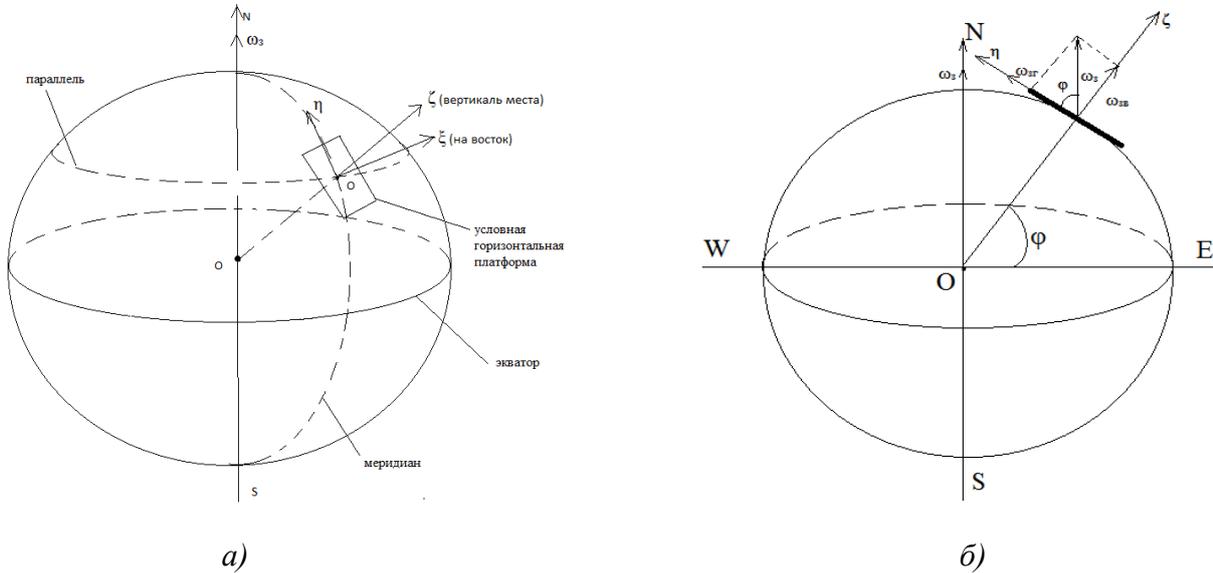


Рис. 3. Получение горизонтальной и вертикальной составляющих кажущегося ухода гироскопа вследствие вращения Земли:
 а – географическая система координат $O \xi$;
 б – схема разложения вектора угловой скорости Земли на составляющие

Из рис. 3, б составляющие угловой скорости по осям:

$$\left. \begin{aligned} \omega_{зГ} &= \omega_3 \cos\varphi \\ \omega_{зВ} &= \omega_3 \sin\varphi \end{aligned} \right\}$$

При развороте гироскопа в плоскости горизонтальной площадки от направления на север на угол A – азимут (угол между направлением на Север и направлением главной оси Z , совпадающей с направлением \vec{H} (рис. 2), гироскоп будет измерять составляющую ухода, равную:

$$\Delta\omega_3 = \omega_{зГ} \cos(90^\circ - A) = \omega_3 \cos\varphi \sin A.$$

Рассуждая подобным образом, получим следующие зависимости:

$$\begin{aligned} O_{c1} &= N_3 \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{MP}}{t_\varphi}\right) + \omega_3 \cos\left(\varphi_{ми} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \sin\left(A \cdot \frac{\pi}{180}\right), \\ O_{c2} &= N_4 \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{MP}}{t_\varphi}\right) - \omega_3 \cos\left(\varphi_{ми} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \sin\left(A \cdot \frac{\pi}{180}\right), \\ O_{c3} &= N_7 \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{MP}}{t_\varphi}\right) - \omega_3 \cos\left(\varphi_{ми} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cos\left(A \cdot \frac{\pi}{180}\right), \end{aligned} \quad (3)$$

$$O_{c4} = N_8 \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{\text{мп}}}{t_\varphi} \right) + \omega_3 \cos \left(\varphi_{\text{ми}} \cdot \frac{\pi}{180} \right) \cos \left(A \cdot \frac{\pi}{180} \right),$$

$$O_{c5} = N_{11} \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{\text{мп}}}{t_\varphi} \right) + \omega_3 \sin \left(\varphi_{\text{ми}} \cdot \frac{\pi}{180} \right),$$

$$O_{c6} = N_{12} \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{\text{мп}}}{t_\varphi} \right) - \omega_3 \sin \left(\varphi_{\text{ми}} \cdot \frac{\pi}{180} \right),$$

где $O_{c1} - O_{c6}$ – составляющие нулевого сигнала; $N_3, N_4, N_7, N_8, N_{11}, N_{12}$, – сумма импульсов, полученная за время наблюдения t_φ (из практики: 10,002 с) по каналу УСХ; $C_{\text{мп}}=0.00375$ град – цена младшего разряда; A – азимут, при направлении оси на Север: $A = 0$ град; ω_3 – угловая скорость вращения Земли, $\omega_3 = 15.041$ град/ч; $\varphi_{\text{ми}}$ – широта места испытаний, для г. Москвы $\varphi_{\text{ми}} = 55.85$ град.

В частности, если взять азимут равным нулю (ось чувствительности направлена на Север), то зависимости (3) упростятся:

$$O_{c1} = N_3 \cdot (3600 \cdot C_{\text{мп}}/t_\varphi),$$

$$O_{c2} = N_4 \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{\text{мп}}}{t_\varphi} \right),$$

$$O_{c3} = N_7 \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{\text{мп}}}{t_\varphi} \right) - \omega_3 \cos \left(\varphi_{\text{ми}} \cdot \frac{\pi}{180} \right),$$

$$O_{c4} = N_8 \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{\text{мп}}}{t_\varphi} \right) + \omega_3 \cos \left(\varphi_{\text{ми}} \cdot \frac{\pi}{180} \right),$$

$$O_{c5} = N_{11} \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{\text{мп}}}{t_\varphi} \right) + \omega_3 \sin \left(\varphi_{\text{ми}} \cdot \frac{\pi}{180} \right),$$

$$O_{c6} = N_{12} \cdot \left(3600 \cdot \frac{C_{\text{мп}}}{t_\varphi} \right) - \omega_3 \sin \left(\varphi_{\text{ми}} \cdot \frac{\pi}{180} \right).$$

Дальнейшая обработка полученных данных проводится путем комбинирования и осреднения отдельных составляющих таким образом, чтобы получить взаимокompенсацию составляющих кажущегося ухода гироскопа (устранение методической погрешности [1]), входящих в формулы с разными знаками. В итоге расчетные формулы (приведем их только по каналу УСХ) имеют следующий вид:

$$Z_1 = O_{c1},$$

$$Z_2 = O_{c2},$$

$$Z_3 = \frac{O_{c3} + O_{c4}}{2},$$

$$Z_4 = \frac{O_{c5} + O_{c6}}{2},$$

$$Z_{cp} = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4}{4}.$$

В ходе проведения испытаний блока датчиков по 10 включениям были получены следующие данные нулевого сигнала ДНГ ДП:

Таблица 1

Данные нулевого сигнала f Z₁

	X	Y	Z
1 вкл.	76,54	42,27	15,12
2 вкл.	76,23	36,29	16,38
3 вкл.	77,18	37,55	14,81
4 вкл.	76,23	35,03	14,81
5 вкл.	77,18	39,6	16,22
6 вкл.	73,08	36,29	11,02
7 вкл.	78,43	39,6	15,43
8 вкл.	73,08	34,24	13,07
9 вкл.	76,54	39,75	15,59
10 вкл.	76,54	36,92	13,55



Рис. 2. Характер изменения по 10 включениям замеров нулевого сигнала

Судя по характеру кривых, процесс изменения нулевого сигнала является стационарным, причем можно выделить постоянную составляющую – математическое ожидание и случайную составляющую, оцениваемую дисперсией. Для повышения точности используем алгоритмический метод, который сводится к вычитанию из выходного сигнала значения математического ожидания [2]:

$$m_x = \left(\sum_{i=1}^N x_i \right) \frac{1}{N}.$$

Случайная компонента оценивается дисперсией:

$$D_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2.$$

Для нулевого сигнала Z₁:

Таблица 2

Расчет неслучайных характеристик нулевого сигнала Z_1

Математическое ожидание m_x			Дисперсия D_x		
X	Y	Z	X	Y	Z
76,103	37,754	14,6	2,958	6,221	2,676

Вычитание результатов измерений установленного математического ожидания приводит к обнулению систематической составляющей нулевого сигнала и остается лишь случайная компонента, оцениваемая дисперсией.

Для оценки выигрыша по точности рассматриваемого метода избыточности измерений по сравнению с однократным измерением рассмотрим наиболее «тяжелый» случай, дающий грубую, завышенную оценку погрешностей. С этой целью выберем максимальное и минимальное значение нулевого сигнала, полученные при многократных измерениях и вычтем из них математическое ожидание. Затем к полученным значениям для большего закругления предельной оценки погрешности прибавим и вычтем среднее квадратическое отклонение, тем самым мы получим предельные оценки погрешностей, которые сравним с отдельными измерениями (с максимальными и минимальными значениями). Рассмотрим обработку нулевого сигнала Z_1 по каналу X:

Таблица 3

Обработка нулевого сигнала Z_1

		Мат. ожидание	Дисперсия	Ср. кв. отклонение	Результат
Мах знач.	78,43	76,103	2,958	1,72	4,047
Мин знач.	73,08				-4,743

Таким образом, размах погрешностей по каналу X составил порядка 8 единиц и уменьшение нулевого сигнала составит примерно в 9 раз. Это – по предельным грубым оценкам. Эта цифра хорошо коррелирует с предложенным числом измерений, равным 10.

Анализ экспериментальных данных показал на примере оценки нулевого сигнала, что при введении избыточности измерений в работу АСК дополнительные измерения не являются излишними, а служат, при обработке их операцией математического ожидания, целям увеличения точности работы АСК и повышению объективности аттестации. В частности, при увеличении числа измерений нулевого сигнала на порядок, он (при максимально грубой оценке) уменьшается примерно также на порядок.

Недостаток предложенного метода заключается в потере темпа заводских испытаний ради увеличения точности, поэтому актуальным остается компромиссный подход.

Библиографический список

1. Волков, Н.В. Теория и практика гироскопических устройств: учеб. пособие / Н.В. Волков; НГТУ. – Н. Новгород, 2019. – 234 с.
2. Реброва, И.А. Планирование эксперимента: учеб. пособие / И.А. Реброва. – Омск: СибАДИ, 2010. – 105 с.

УМЕНЬШЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ОТ ПЕРЕКРЕСТНЫХ СВЯЗЕЙ В ДИНАМИЧЕСКИ НАСТРАИВАЕМОМ ГИРОСКОПЕ, РАБОТАЮЩЕМ В РЕЖИМЕ ДАТЧИКА УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ

Н.В. Маркеев¹, Н.В. Волков¹, Д.В. Попов²

¹ Арзамасский политехнический институт (филиал)

ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

² ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА»

Представлен анализ математической модели ДНГ – ДУС, на основании которого выявлены специфические погрешности, источниками которых являются перекрестные связи. Проведение математического моделирования процесса измерения угловой скорости в среде Simulink (Matlab) подтвердило результаты аналитического исследования математической модели. На основании результатов моделирования предложены меры, снижающие погрешности, вызванные перекрестными связями.

Ключевые слова: динамически настраиваемый гироскоп, датчик угловых скоростей, математическая модель, перекрестные связи.

В соответствии с математической моделью динамически настраиваемого гироскопа, работающего в режиме датчика угловых скоростей (ДНГ-ДУС) [1]:

$$\begin{cases} A(\ddot{\alpha} + \dot{\omega}_x) + H(\dot{\beta} + \omega_y) = M_x + H\omega_y^{\text{нзм}} + \gamma_{y2}H\omega_x^{\text{нзм}} - \Delta K\alpha - m_\tau\beta \\ A(\ddot{\beta} + \dot{\omega}_y) - H(\dot{\alpha} + \omega_x) = M_y - H\omega_x^{\text{нзм}} + \gamma_{x2}H\omega_y^{\text{нзм}} - \Delta K\beta + m_\tau\alpha \end{cases} \quad (1)$$

где α и β – углы поворота ротора гироскопа относительно корпуса вокруг осей x и y ;

A – момент инерции карданного подвеса;

H – кинетический момент;

ω_x и ω_y – угловые скорости корпуса гироскопа;

M_x и M_y – внешние возмущающие моменты;

γ_{x2} и γ_{y2} – углы отклонений осей датчиков вокруг оси собственного вращения z ;

$\Delta K = K - \Delta J_1\Omega^2$ – остаточная жесткость карданного подвеса;

Ω – собственная угловая скорость вращения ротора ДНГ;

m_τ – постоянная времени ДНГ, обусловленная газодинамическими моментами и принципом действия, разработана структурная схема, представленная на рис. 1.

Математическая модель ДНГ-ДУС, соответствующая структурной схеме:

$$\begin{cases} A(\ddot{\alpha} + \dot{\omega}_x) + H(\dot{\beta} + \omega_y) = M_x - k_x W_x(s)\beta - \gamma_{y2}k_y W_y(s)\alpha - \Delta K\alpha - m_\tau\beta \\ A(\ddot{\beta} + \dot{\omega}_y) - H(\dot{\alpha} + \omega_x) = M_y + k_y W_y(s)\alpha - \gamma_{x2}k_x W_x(s)\beta - \Delta K\beta + m_\tau\alpha \end{cases} \quad (2)$$

показывает наличие паразитной перекрестной связи между измерительными каналами. Например, при вращении основания только вокруг одной из его измерительных осей - оси x , при отсутствии возмущающих моментов, измеренные значения угловых скоростей имеют следующий вид:

$$\begin{cases} \omega_x^{\text{изм}}(s) = \omega_x(s) + \left(\frac{As^2 + w_2(s) + \Delta K}{k_x W_x(s)} \right) \frac{A}{H} s \omega_x(s) \\ \omega_y^{\text{изм}}(s) = \frac{A}{H} s \omega_x(s) - \left(\frac{As^2 + w_1(s) + \Delta K}{k_y W_y(s)} \right) \omega_x(s) \end{cases} \quad (3)$$

где $w_1(s)$ и $w_2(s)$ – операторы, определяемые погрешностями выставки датчиков угла и моментного устройства.

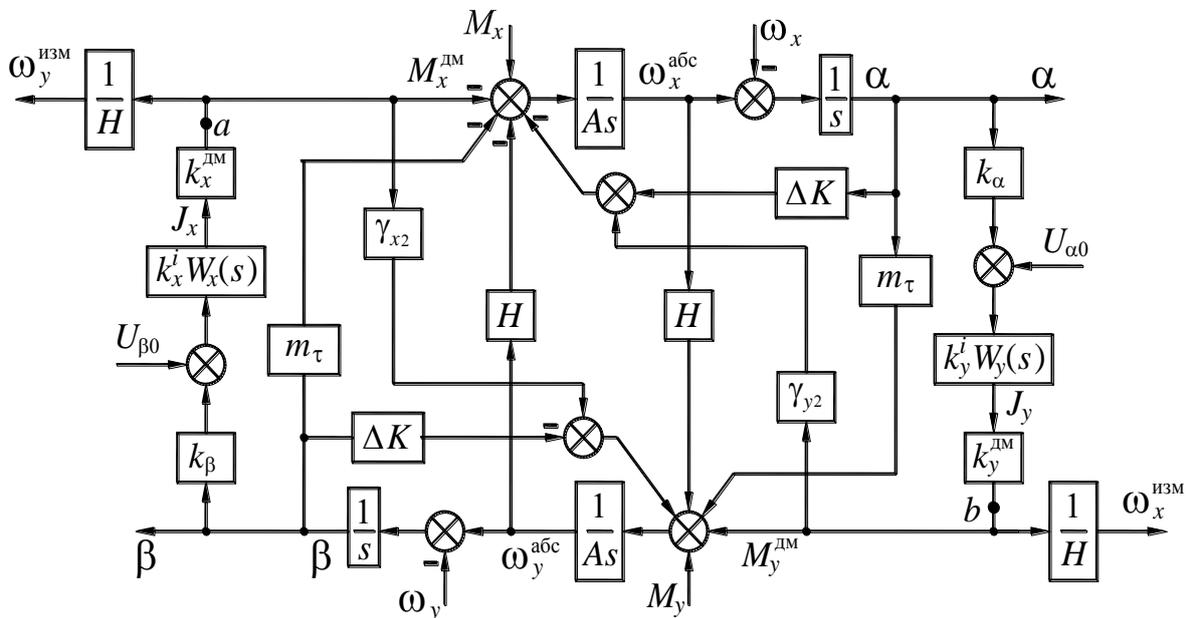


Рис. 1. Структурная схема ДНГ-ДУС:

J_x и J_y – токи в обмотках моментных датчиков; k_x^{DM} и k_y^{DM} – крутизны моментных датчиков; k_α и k_β – крутизны датчиков угла; $\omega_x^{\text{abc}} = \dot{\alpha} + \omega_x$ и $\omega_y^{\text{abc}} = \dot{\beta} + \omega_y$ – абсолютные угловые скорости ротора гироскопа; $\omega_x^{\text{изм}}$ и $\omega_y^{\text{изм}}$ – измеренные значения угловых скоростей; $k_x = k_\beta k_x^i k_x^{\text{DM}}$ и $k_y = k_\alpha k_y^i k_y^{\text{DM}}$ – суммарные крутизны контура обратной связи; H – кинетический момент гироскопа; $W_x(s)$ и $W_y(s)$ – передаточные функции каналов обратной связи

Для уменьшения перекрестной чувствительности ДНГ-ДУС должны быть предусмотрены меры по снижению составляющих $w_1(s)$ и $w_2(s)$, определяемых погрешностями выставки датчиков угла и момента, а также введены специальные корректирующие звенья внутри контура обратной связи или на его выходе для компенсации динамических погрешностей по основным и перекрестным измерительным каналам.

Система уравнений движения ДНГ-ДУС, пренебрегая влиянием динамической расстройки, постоянной времени и неточностью выставки датчиков угла и момента, в соответствии с (1), имеет вид

$$\begin{cases} A(\ddot{\alpha} + \dot{\omega}_x) + H(\dot{\beta} + \omega_y) = -k_x W_x(s)\beta \\ A(\ddot{\beta} + \dot{\omega}_y) - H(\dot{\alpha} + \omega_x) = k_y W_y(s)\alpha \end{cases} \quad (4)$$

Полученной системе уравнений соответствует структурная схема ДНГ-ДУС в среде Simulink (Matlab) (рис. 2).

Элементы структурной схемы определяются следующими характеристиками ДНГ-ДУС: $A = 3.6 \text{ г}\cdot\text{см}^2$, $B = 3.65 \text{ г}\cdot\text{см}^2$, $C = 6.63 \text{ г}\cdot\text{см}^2$. При угловой скорости собственного вращения $\Omega = 154 \cdot 2 \cdot \pi = 967.6 \text{ рад/с}$, кинетический момент ротора равен $H = C \cdot \Omega = 6.63 \cdot 10^{-3} \cdot 967.6 = 6.415 \text{ сН}\cdot\text{см}\cdot\text{с}$ нутационная частота $\omega_n = (C/A) \cdot \Omega = 1769.7 \text{ рад/с}$. Крутизна контура обратной связи $K_w = 0.133 \text{ Н}\cdot\text{м/рад}$, постоянные времени контура обратной связи: $T_1 = 40 \cdot 10^{-3} \text{ с}$, $T_2 = 1.32 \cdot 10^{-3} \text{ с}$.

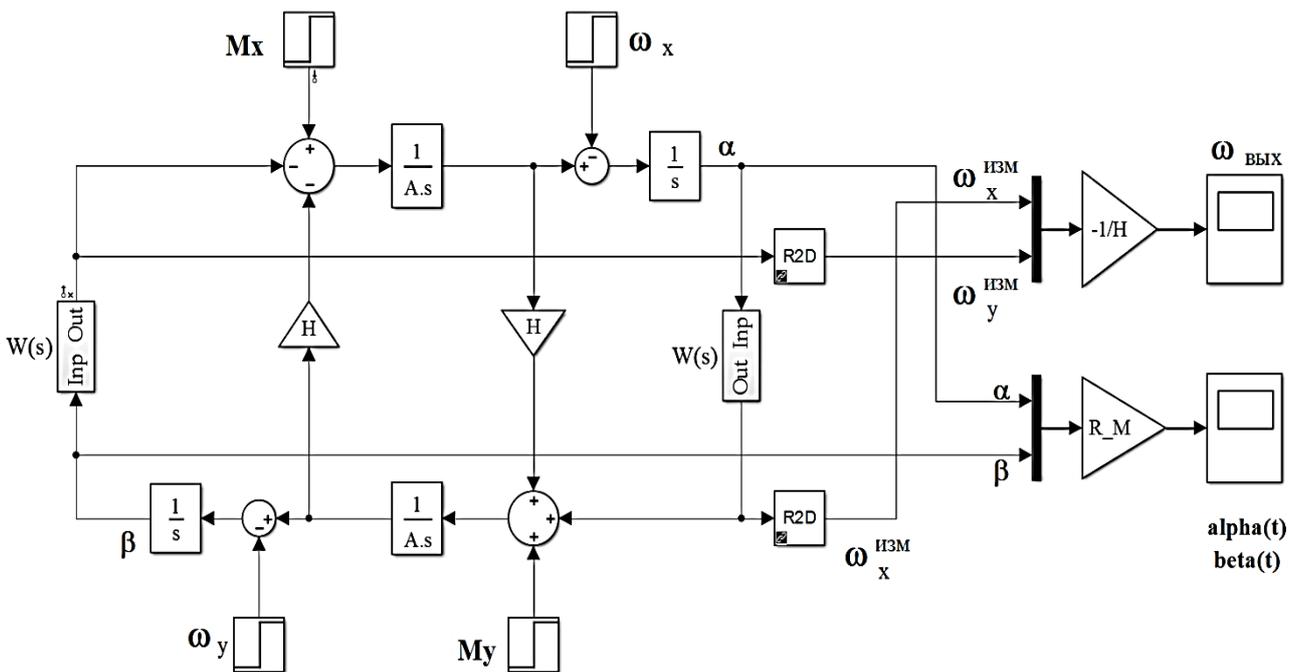


Рис. 2. Структурная схема ДНГ-ДУС в среде Simulink

На рис. 3 показаны рассчитанные в Simulink-модели переходные процессы по значениям скоростей по обоим каналам при ступенчатом воздействии угловой скорости равной $\omega_x = 1 \text{ рад/с}$ ($57,3 \text{ }^\circ/\text{с}$) только по каналу x . Из графиков видно, что при постоянной скорости для установившегося режима движения ротора гироскопа по основному каналу присутствует статическая ошибка, а по перекрестному – отсутствует. Это является следствием введения интегрирующего звена в передаточную функцию усилителей контура обратной связи ДНГ-ДУС.

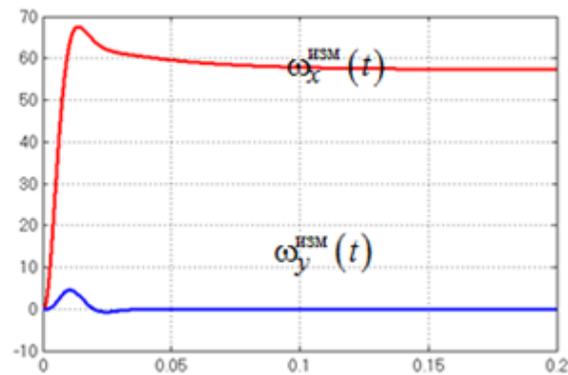


Рис. 3. Переходной процесс

Уменьшение степени влияния перекрестных связей возможно введением компенсирующего сигнала в выходной сигнал ДНГ-ДУС. Для этого в структурную схему ДНГ-ДУС вводятся дополнительные цепи, указанные пунктирами на рис. 4.

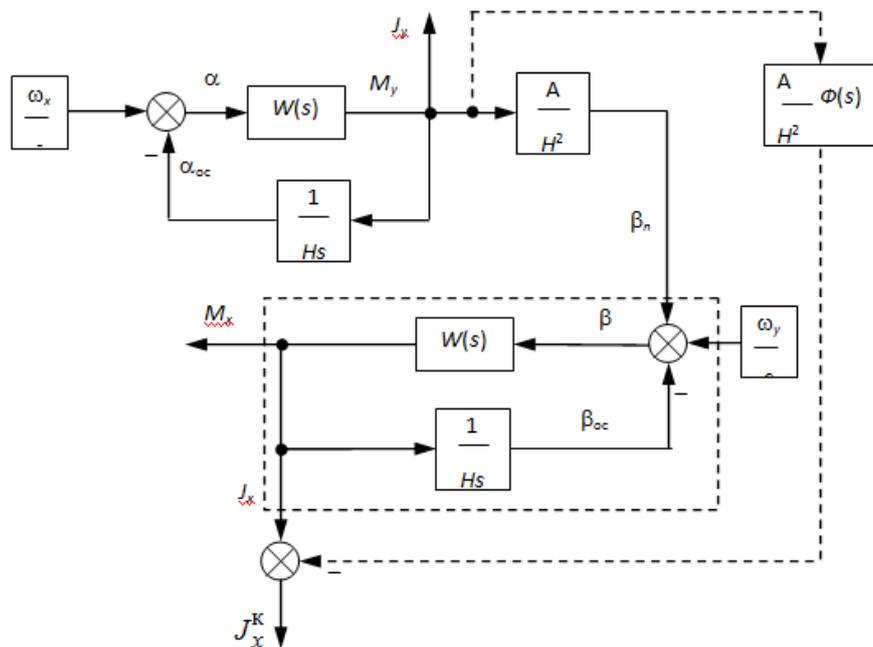


Рис. 4. Фрагмент структурной схемы ДНГ-ДУС с компенсацией перекрестной ошибки

Для компенсации перекрестной погрешности необходимо выходной сигнал прямой цепи J_y умножить на аналоговом моделирующем устройстве (операционном усилителе) на передаточную функцию Φ_k и полученное произведение вычесть из выходного сигнала по перекрестной оси. Полученная разность и будет представлять собой скомпенсированный сигнал по перекрестной оси:

$$\Phi_k(s) = \frac{A}{H^2} \Phi(s) = \frac{A}{H} \cdot \frac{s(T_1s + 1)}{T_1Ts^2 + T_1s + 1} \quad (5)$$

Библиографический список

3. **Лысов, А.Н.** Прикладная теория гироскопов: учеб. пособие / А.Н. Лысов, Н.Т. Виниченко, А.А. Лысова. – Челябинск: ЮУрГУ, 2009. Ч. 3. – 255 с.
4. **Белугин, В.Б.** Трехкомпонентные гироскопы: учеб. пособие / В.Б. Белугин, А.Н. Лысов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2009. – 44 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

М.Е. Морокова^{1,2}, С.И. Гайнов¹

¹*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас,*

^{1,2}*ОКБ ОАО «Экспериментальный машиностроительный завод
им. В.М. Мясищева»*

Проведен эксперимент по исследованию температурной чувствительности. Составлена математическая модель и вычислены коэффициенты, а также сделаны выводы по повторяемости характеристик при температурных воздействиях.

Ключевые слова: интегральные акселерометры, погрешность, температурная чувствительность, математическая модель коэффициентов акселерометра.

Наиболее интенсивно развивающимся направлением в мировой индустрии за последние десятилетия стала микросистемная техника. Развитие этого направления формировалось в основном на разработке и производстве различных миниатюрных датчиков, микродвигателей и преобразователей.

Основными достоинствами данных устройств являются технологичность, определяющая массовость производства и, как следствие, снижение цены, и микроминиатюрность, существенно улучшающая массогабаритные характеристики изделий на их основе.

Однако данные изделия, в некоторых случаях, имеют значительную погрешность, обусловленную линейностями выходных характеристик и конструктивными особенностями чувствительного элемента. В частности, большинство микродатчиков не являются компенсационными, что обусловлено стремлением к их большей миниатюризации и удешевлению.

Еще одним важным фактором является температурная чувствительность. С одной стороны, малые размеры определяют небольшую температурную инерционность, как большую чувствительность к малым изменениям температуры, а с другой, высокая степень интеграции микромеханики и электроники определяет однородность теплового поля во всем датчике и отсутствие значительных градиентов температуры, вызывающих механические деформации и тепловые токи электронного блока. Таким образом, факторы температурной стабильности имеют достаточно противоречивый характер, требующий допол-

нительных исследований в широком спектре режимов работы, для повышения термостабильности и точности.

Степень изменения выходной характеристики микродатчика при действии температуры можно описать с помощью температурных коэффициентов. При этом зная эти коэффициенты, можно в дальнейшем скорректировать статическую характеристику микродатчика.

Истинные значения коэффициентов можно определить только экспериментально на основе анализа температурных отклонений выходного сигнала. В качестве объектов исследования в работе были приняты трехосевые аналоговые микроакселерометры на макетных платах Analog Device.

Для проведения эксперимента было использовано следующее оборудование: акселерометры ADXL 335, ADXL 337 с аналоговым выходом, поворотная рама, камера тепла и холода ESPECBTZ-175E, источник питания, вольтметр и контактная колодка (рис. 1, 2). Показания снимались в температурном диапазоне от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$ (с шагом 10°C), также положение акселерометров изменялось от -90° до 90° (с шагом 10°).

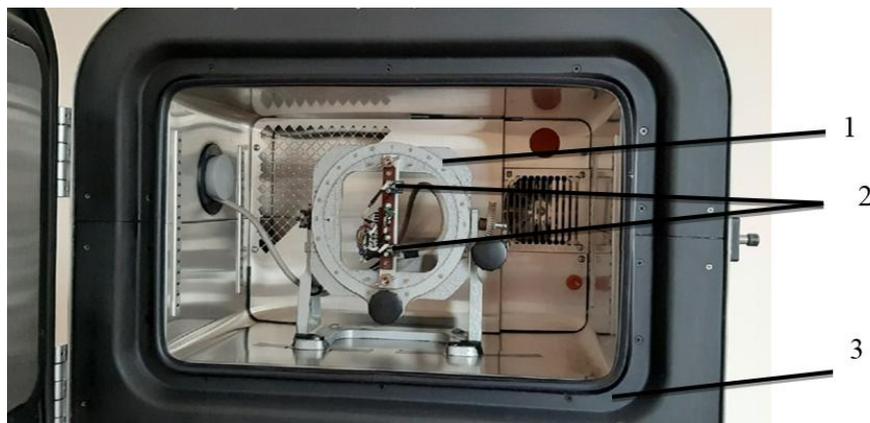


Рис. 1. Акселерометры на поворотной раме в климатической камере:
1 – поворотная рама; 2 – акселерометры ADXL335 и ADXL337;
3 – камера тепла и холода ESPECBTZ-175E

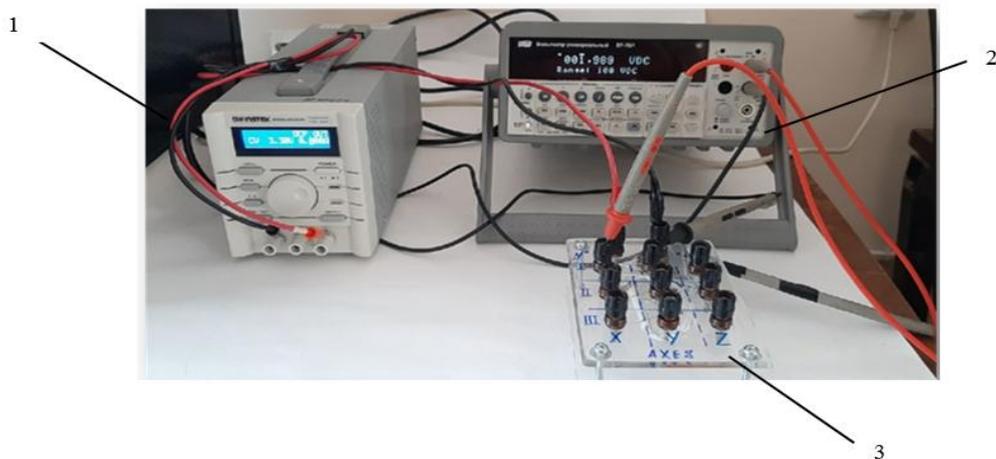


Рис. 2. Приборы для проведения эксперимента:
1 – источник питания; 2 – вольтметра; 3 – контактная колодка

Далее с каждой точки снималось по 10 показаний. После этого все показания были обработаны и проанализированы.

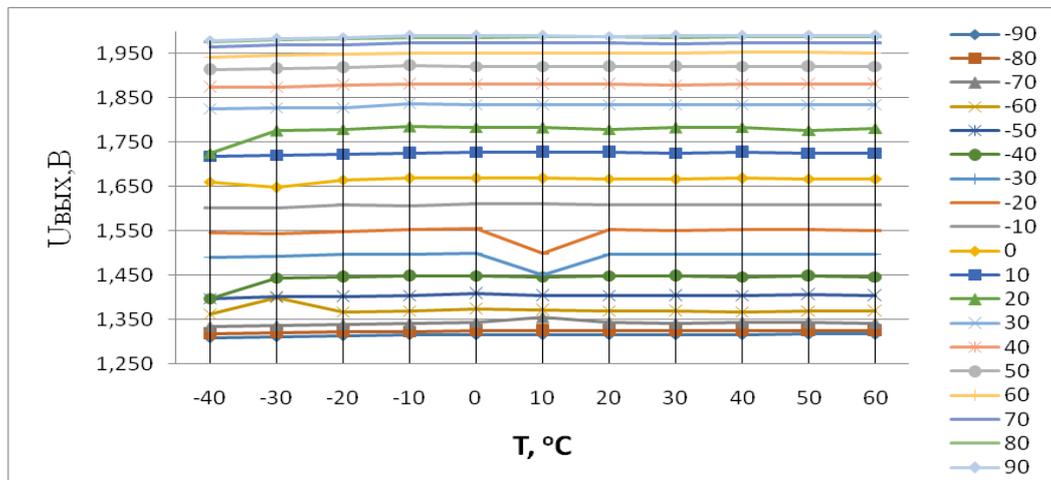


Рис. 3. Графики выходного сигнала 1-го акселерометра (ось X)

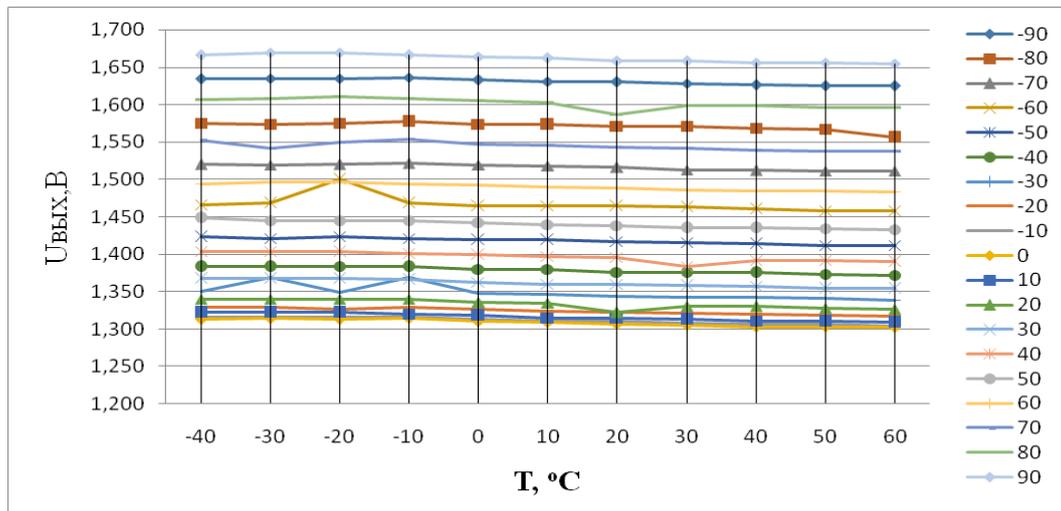


Рис. 4. Графики выходного сигнала 1-го акселерометра (ось Y)

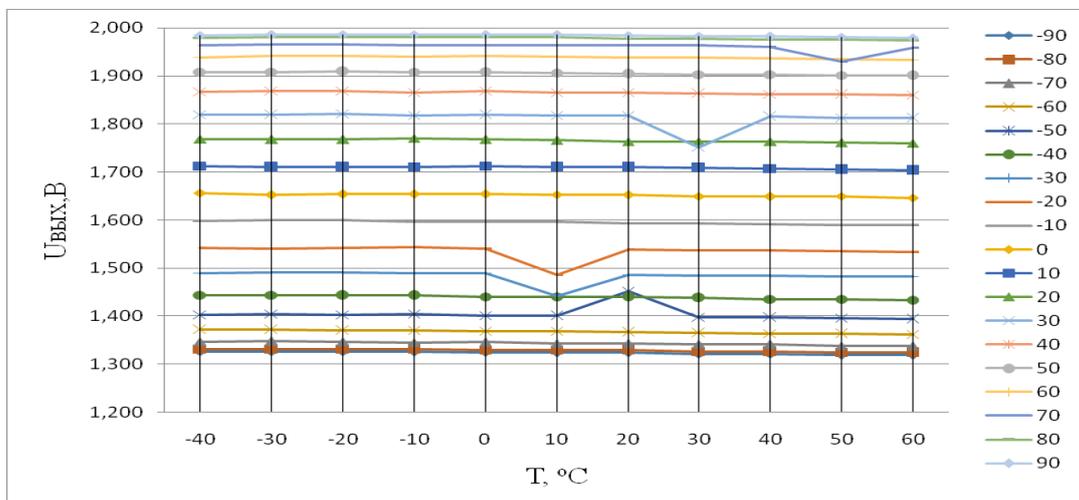


Рис. 5. Графики выходного сигнала 2-го акселерометра (ось X)

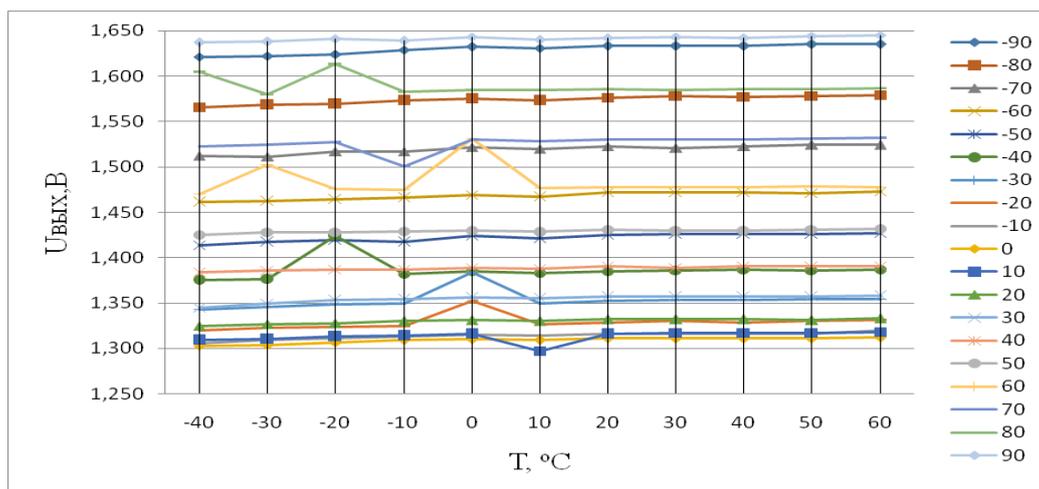


Рис. 6. Графики выходного сигнала 2-го акселерометра (ось Y)

Анализ графиков показывает, что температурная чувствительность у обоих акселерометров по оси X практически отсутствует, что свидетельствует о достаточной термостабильности данного канала. По оси Y оба акселерометра имеют более существенную чувствительность, при чем крутизна второго акселерометра, некоторым образом, выше. Кроме этого, по каналу Y второго акселерометра температурные характеристики имеют некоторую нелинейность, возрастающую при температуре ниже нуля. Установить причину отклонения не представляется возможным, однако можно предположить, что источниками отклонения являются электронные блоки, т.е. усилители по каждому каналу.

Для повышения точности акселерометра применялась аппроксимация экспериментальных данных по методу наименьших квадратов.

Суть метода заключалась в определении коэффициентов линейной зависимости, при котором функция нескольких переменных примет наименьшее значение. При составлении математической модели акселерометра делался акцент на следующие погрешности:

- крутизны статической характеристики;
- погрешность смещения нулевого сигнала;
- погрешность линейности;
- погрешность базирования.

Использовали экспериментальную функцию, представленную в виде степенного ряда, в качестве математической модели статической характеристики акселерометра:

$$U_{\text{вых}} = K_0 + K_x a_x + K_y a_y + K_z a_z + K_{zy} a_z a_y + K_{zx} a_z a_x + K_{z^2} a_z^2 + K_{z^3} a_z^3, \quad (1)$$

где a_x, a_y, a_z – измеренные проекции ускорения свободного падения (g) на ось чувствительности: $a_z = g \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta$; $a_y = g \cdot \sin\alpha$; $a_x = g \cdot \sin\beta$

K_0 – коэффициент смещения нулевого сигнала;

K_x, K_y – коэффициенты базирования;

K_z – коэффициент крутизны статической характеристики;

K_{zy}, K_{zx} – коэффициенты перекрестных ускорений;

K_{z^2} – квадратичный коэффициент нелинейности;

K_{z^3} – кубический коэффициент нелинейности;

α – угол наклона датчика по вертикали вокруг оси x ;

β – угол наклона датчика по вертикали вокруг оси y .

Решение данной системы вручную не представлялось возможным, поэтому в качестве инструмента был выбран программный пакет C++.

Рассчитанные коэффициенты зависят от температуры. Для учета этой зависимости в качестве математической модели использовались степенные функции вида:

$$K_0(\Delta t) = K_{0_0} + K_{0_1} \Delta t_i + K_{0_2} (\Delta t_i)^2 + K_{0_3} (\Delta t_i)^3, \quad (2)$$

где $\Delta t = 20^\circ\text{C} - t_{\text{изм}}$; K_{0_i} – калибровочные коэффициенты.

В дальнейшем они использовались для коррекции показаний акселерометра:

1. Измерялись a_y, a_z, t (нескорректированные).

2. Вычислялись коэффициенты $K_0, K_x, K_y, K_z, K_{zy}, K_{zx}, K_{z^2}, K_{z^3}$ с использованием формулы (2).

3. По следующей формуле находились скорректированные значения показаний акселерометра:

$$U_{\text{откор.}} = K_{z_{\text{ид}}} \cdot \frac{U_{z_{\text{из}}} - K_0 - K_x a_x - K_y a_y}{K_z + K_{zy} a_y + K_{zx} a_x + K_{z^2} a_z + K_{z^3} a_z^2}, \quad (3)$$

где $U_{x_{\text{из}}}, U_{y_{\text{из}}}$ – выходной сигнал датчика по каналу y, x соответственно; $K_{z_{\text{ид}}}$ – идеальный коэффициент крутизны статической характеристики (из паспорта на акселерометр).

В таблице представлены коэффициенты при трех температурах:

Таблица 1

Таблица коэффициентов первого акселерометра

ось X				
	K0	K1	K2	K3
-40°C	1.651674	0.034254	-0.000052	0.000001
20 °C	1.667744	0.034165	-0.000126	0.000001
60 °C	1.667816	0.034399	-0.000128	0.000001
ось Y				
	K0	K1	K2	K3
-40°C	1.294515	0.001651	0.002964	0
20 °C	1.286669	0.001455	0.002969	0.000002
60 °C	1.282109	0.001112	0.002976	0.000007

Таблица 2

Таблица коэффициентов первого акселерометра

ось X				
	K0	K1	K2	K3
-40°C	1.655564	0.033659	0.000002	0.000002
20 °C	1.651822	0.033608	0.000020	0
60 °C	1.645979	0.033734	0.000028	0.000001
ось Y				
	K0	K1	K2	K3
-40°C	1.655641	0.033659	0.000002	0.000002
20 °C	1.651822	0.033608	0.000020	0
60 °C	1.293668	0.000201	0.002885	0.000002

По полученным коэффициентам наблюдаются существенные отличия, как по осям первого акселерометра, так и по двум акселерометрам в целом. Также можно заметить, что акселерометры более чувствительны по оси Y. Можно предположить, что причиной данных расхождений является чувствительность электронных блоков из-за отсутствия узлов температурной компенсации и малой тепловой инерционностью.

1. **Вавилов, В.Д.** Многофакторные исследования статической характеристики интегрального акселерометра: учеб. пособие / В.Д. Вавилов, А.Н. Долгов; НГТУ. – Н. Новгород, 2003. – 32 с.

РАЗРАБОТКА МНОГОМЕСТНОГО БЫСТРОЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

Н. С. Пичугин, М.А. Куманеев, Е.М. Кангин
Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

Рассмотрено разработанное приспособление, позволяющее увеличить производительность механической обработки за счет повышения быстродействия закрепления деталей. Приспособление содержит приводной вал, установленный в разборный корпус, и на который с помощью шпоночного соединения крепятся эксцентриковые втулки, которые обеспечивают ход одновременно нескольких зажимных элементов на величину их эксцентриситета путем проворачивания вала с помощью рукоятки на 180 градусов. Усилие зажима обеспечивается комплектом тарельчатых пружин в предварительно сжатом состоянии. Благодаря использованию которых, обеспечивается постоянное усилие закрепления одновременно нескольких деталей в приспособлении.

Ключевые слова: станочное приспособление, технический результат, тарельчатые пружины, усилие зажима, увеличение производительности механической обработки, повышение быстродействия закрепления деталей.

Станочные приспособления являются одними из основных элементов оснащения металлообрабатывающего производства, позволяющих эффективно использовать в производственном процессе станки общего назначения [1].

Разрабатываемое приспособление относится к механической обработке деталей, в частности, к зажимным приспособлениям для закрепления деталей на металлорежущих станках.

Технический результат предлагаемого приспособления направлен на повышение производительности механической обработки, упрощение конструкции и повышение точности за счет постоянства величины усилия зажима.

На рис. 1 изображен общий вид приспособления. Устройство состоит из эксцентриковых втулок 11, крепящихся при помощи шпонок 10 на приводном валу 12, который размещается между корпусом 14 и плитой 16 с помощью втулок подшипников скольжения. Шток 6 с тарельчатыми пружинами 14 и поршнем 13 вставляется в отверстие плиты 16 и прихваты 1 и 3 с пружинами 7, фиксируясь на них гайкой 5. На плите 16 размещаются обрабатываемая деталь 2 и стаканы 8, в которых свободно перемещаются прихваты 1 и 3. Поворот вала осуществляется с помощью рукоятки 9, соединенной с ним при помощи штифта.

Технический результат достигается тем, что на приводной вал, установленный в разборный корпус, с помощью шпоночного соединения крепятся эксцентриковые втулки, которые обеспечивают ход одновременно нескольких зажимных элементов на величину их эксцентриситета путем проворачивания вала с помощью рукоятки на 180 градусов. Усилие зажима обеспечивается комплектом тарельчатых пружин в предварительно сжатом состоянии.

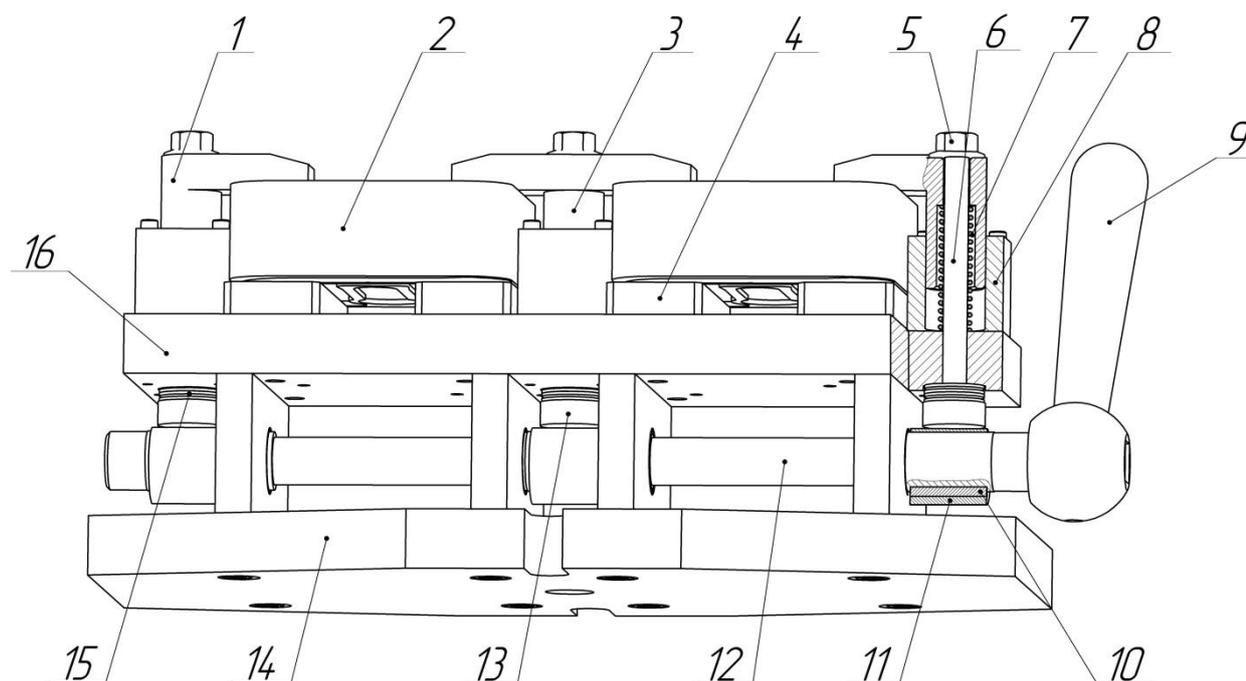


Рис. 1. Общий вид станочного приспособления

Разработанное многоместное быстрозажимное приспособление для станка с ЧПУ с зажимом от тарельчатых пружин работает следующим образом.

При повороте приводного вала 12 на 180 градусов эксцентрики 11 давят на поршень 13, тем самым шток 6 с гайкой 5 поднимается на величину эксцентриситета, освобождая прихваты 1 и 3, которые выталкиваются пружинами 7 и

высвобождают деталь 2. Закрепление производится поворотом вала 12 в обратную сторону на те же 180 градусов для максимального опускания штока 6 с гайкой 5, при этом тарельчатые пружины остаются в сжатом состоянии для обеспечения необходимой величины усилия закрепления детали.

Благодаря использованию тарельчатых пружин в предварительно сжатом состоянии, обеспечивается постоянное усилие закрепления одновременно нескольких деталей в приспособлении. Приспособление позволяет увеличить производительность механической обработки за счет повышения быстродействия закрепления деталей.

-
1. **Горошкин, А.К.** Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А.К. Горошкин. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ОФОРМЛЕНИИ МАТЕРИАЛОВ ЗАЯВКИ НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ ПРИ НОВЫХ ПРАВИЛАХ

А.В. Платонов, К.А. Щеглетов, Е.С. Коршунов, А.В. Киселёва
Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

Целью работы является подготовка методического сопровождения студентам вузов и инженерно-техническому персоналу предприятий ОПК при оформлении материалов, заявок на полезные модели (далее ПМ) по новым правилам. Рассмотрены и проанализированы наиболее существенные изменения, внесенные в правила рассмотрения заявок на ПМ. При исследовании материалов патента на ПМ, зарегистрированного после введения новых правил, выявлены закономерности в изложении текстов документов патента. Практическая значимость статьи заключается в методическом обеспечении возможности быстрого освоения разработчиками заявок на ПМ правильного оформления основных документов: описания, реферата и формулы.

Ключевые слова: новые правила патентования, заявка на получение патента, полезная модель, описание патента, реферат патента, формула патента, структура документов заявки, анализ формулы патента.

Совершенствование военной техники ОПК, разумеется, сопровождается патентованием новых инновационных разработок в целях защиты их от недобросовестной конкуренции.

Целью работы является анализ порядка изложения документов при оформлении заявки на получение патента на ПМ при новых правилах и выявление закономерностей в изложении разделов основных документов заявки. Новые правила рассмотрения заявок на ПМ вступили в действие с января 2016 г. [1, 2], они имеют ряд изменений, как в процедуре их рассмотрения в ФИПС, так и в концепции структуры оформления заявочных документов.

К наиболее принципиальным изменениям, принятым в новых правилах рассмотрения заявок на ПМ, необходимы следующие:

- 1) проведение полной экспертизы ПМ (включая оценку ее новизны);
- 2) исключение возможности патентовать группу ПМ (можно только одну);
- 3) исключение права заявителей вносить изменения в формулу ПМ по собственной инициативе (можно только по запросу экспертизы);
- 4) дополнительное ограничение к представлению дополнительных материалов в части недопустимости изменять первоначально указанный технический результат на тот, который не связан с первым;
- 5) исключение применения «доктрины эквивалентов» при установлении факта использования запатентованной ПМ.

Первое из этих отличий направлено на исключение возможности выдачи патента без оценки новизны ПМ, а, следовательно, – на запрет выдачи патентов на известные и широко известные технические решения.

Второе отличие основано на специфическом требовании к новизне ПМ, которая, в отличие от новизны изобретения, оценивается только в отношении совокупности ее существенных признаков (несущественные признаки, включенные заявителем в формулу ПМ, не исключаются из формулы, но не учитываются при оценке новизны).

Исключение права заявителей вносить изменения в формулу ПМ (третье отличие) по своей инициативе (хотя бы один раз, как это предусмотрено в отношении заявок на изобретения) лишает заявителей фундаментальной в патентном праве возможности выбрать для себя тот объем прав, который его удовлетворяет, в специфических для патентного права условиях; когда этот объем определяется не только выявлением экспертизой более близких аналогов, но и рядом других обстоятельств, которые могут быть выявлены самим заявителем.

Новые правила содержат условия, выделяющие из всех устройств только те два вида, которые могут быть объектом ПМ. Здесь к первому виду относится устройство, состоящее только из одного элемента (не имеющее составных частей). Вторым видом – устройство, состоящее из двух и более частей, соединенных между собой сборочными операциями, находящимися в функционально-конструктивном единстве.

Все остальные виды устройств, части которых не скреплены механически, например, радиотехнические, компьютерные системы, части которых связаны проводной или беспроводной электрической связью, к устройству как объекту ПМ не отнесены. Таким образом, Роспатент нормативно отлучил институт ПМ от современной наукоемкой техники текущего нового технологического поколения, оставив ему в основном только морально устаревшую технику. Естественно, что такое нормативно установленное ограничение исключит всех разработчиков современной радиоэлектронной техники и иных заинтересованных лиц из числа заявителей, подающих заявки на ПМ.

Все описанное свидетельствует о том, что ранее существовавшее правило «явочной выдачи патента», позволяющее получить патент в короткие сроки, не всегда применимо в нынешних условиях.

Однако при изучении дисциплины «Защита интеллектуальной собственности» студентам необходимо, наряду с изучением правовых положений, воз-

никающих у автора и патентообладателей ПМ, получить навыки составления документов заявок при существующих новых правилах «игры».

Практическая, точнее, методическая, значимость данной статьи заключается в анализе прошедших экспертизу в ФИПС документов, на основе одного из полученных в конце прошлого года патента на ПМ [3]. Далее приводится опубликованное ФИПС полное описание патента на ПМ, что позволяет проследить структуру и взаимосвязи элементов описания, формулы и реферата ПМ, зарегистрированного в ФИПС.

Следует отметить, что рассматриваемый патент получен студентами второго курса АПИ, а оформление материалов заявки было начато при изучении дисциплины «Защита интеллектуальной собственности» на первом курсе в первом семестре. Результаты анализа и комментарии к нему, на наш взгляд, позволят студентам и творческому инженерно-техническому персоналу предприятий в короткие сроки освоить новые правила оформления заявок на получение патентов на ПМ.

Копия описания патента на полезную модель из раздела «Открытые реестры полезных моделей ФИПС» [3].



Реферат

Решение относится к механической обработке деталей и может быть использовано для точной установки резцов по линии центров токарных станков различных моделей.

Технической задачей предлагаемого приспособления является установка вершины токарного резца с требуемой точностью. Это обеспечивается применением набора под-

кладок, устанавливаемых под резец на установочную поверхность державки приспособления такой толщины, при которой обеспечивается установка вершины токарного по оси шпинделя станка. Точное положение вершины резца относительно осей центров токарного станка определяется индикатором, смонтированным на стандартной стойке.

Технический результат достигается тем, что в приспособлении для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка, состоящем из плиты с Т-образными продольными пазами, на левой стороне которой смонтирована стойка с индикатором часового типа, резец с набором подкладок закрепляется на специальной державке, закрепленной на плите болтовыми соединениями.

Описание:

Решение относится к механической обработке деталей и может быть использовано для точной установки резцов по линии центров токарных станков различных моделей.

Известны различные устройства для установки резцов по линии центров токарных станков. Например, в изобретении (патент №2591902, опубл. 20.07.2016 г.) представлено приспособление для установки токарного резца. Там же показаны примеры изготовления комплектов регулировочных пластин и рекомендации по определению точного расположения оси шпинделя токарного станка. Недостатком такого приспособления является отсутствие прибора для контроля действительных численных величин отклонений вершины резца от положения оси шпинделя токарного станка при его установке в резцедержателе. Так же, при установке резцов в таких приспособлениях с использованием подкладных пластин с целью исключения их возможных деформаций, используется поджим резца рукой. Такой прием не может обеспечить исключение деформаций пластин в той мере, как закрепление болтами резцов с подкладными пластинами в пазах резцедержателя.

В другом источнике (drive2.ru «Приспособление для выставления токарного резца по центру») показано приспособление, состоящее из резьбовой стойки, на которую монтируется указатель в виде шайбы с заостренной частью. Резьбовая стойка закрепляется, например, в державке изношенного резца, посредством резьбового соединения. Недостатком такого приспособления является то, что погрешность установки резца по оси шпинделя токарного станка с использованием такого приспособления составляет до нескольких десятых долей миллиметра за счет отсутствия инструментального метода настройки, например, с использованием индикатора часового типа.

В статье (studref.com «Настойка режущих инструментов на размер после переточки») показана настройка токарного резца на размер в специальном приспособлении. Настройка требуемой длины резца может выполняться с использованием универсальных измерительных приборов индикаторного типа. Недостатком такого приспособления является то, что с его использованием нельзя настроить вершину резца по оси шпинделя конкретной модели токарного станка.

Известно так же устройство в виде штатива для измерительных головок (rustan.ru «Штатив для измерительных головок типа «Ш-11»), принятый в качестве прототипа. Данное устройство состоит из плиты с Т-образными пазами, стойки, которая может перемещаться вдоль узкой стороны основания и консоли для закрепления измерительной головки или индикатора. Недостатком данного устройства является то, что на нем отсутствует приспособление для установки и закрепления токарного резца при установке его вершины по оси шпинделя станка.

Отличительной особенностью предлагаемого приспособления для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка является простота конструкции и изготовления, в том числе с применением стандартных стоек и индикаторов, охват всего диапазона типоразмера токарных резцов, простота настройки и применения.

Технической задачей предлагаемого приспособления является установка вершины токарного резца с требуемой точностью. Это обеспечивается применением набора под-

кладок, устанавливаемых под резец на установочную поверхность державки приспособления такой толщины, при которой обеспечивается установка вершины токарного по оси шпинделя станка. Точное положение вершины резца относительно осей центров токарного станка определяется индикатором, смонтированным на стандартной стойке.

Технический результат достигается тем, что в приспособлении для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка, состоящем из плиты с Т-образными продольными пазами, на левой стороне которой смонтирована стойка с индикатором часового типа, резец с набором подкладок закрепляется на специальной державке, закрепленной на плите болтовыми соединениями.

На фиг. 1 изображено приспособление для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка - вид прямо, на фиг. 2 - вид сбоку.

Приспособление для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка состоит из плиты 1 (фиг. 1) с Т-образными продольными пазами 2 (фиг. 2). На левой стороне плиты 1 монтируется стойка 3, фланцевая часть которой не подвижно закрепляется на поверхности 5 плиты 1. На правой стороне плиты 1 монтируется державка 6, прикрепляемая к поверхности 5 плиты 1 болтами 7, головки 8 которых размещаются в Т-образном пазу 2 (фиг. 2), шайбами 9, гайками 10. Гайки 10 с шайбами 9 располагаются на верхней поверхности державки 6. На стойке 3 монтируется консоль 9, закрепляемая хомутом 11 в положении, обеспечивающем расположение индикатора 12 таким образом, чтобы центральная часть наконечника 13 индикатора 12 находилась на уровне вершины токарного резца 14. Токарный резец 14 с подкладками 15 закрепляется в державке 6 болтами 16.

Приспособление для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка работает следующим образом.

Предварительно размер, соответствующий расстоянию от опорной поверхности резца 14 с комплектом подкладок 15 до оси центров токарного станка, определяется опытным путем, например, как в изобретении, принятом в качестве первого аналога. Настроенный опытным путем резец с комплектом подкладок извлекается из резцедержателя станка, переносится и закрепляется болтами 16 державки 6 приспособления, в этом положении стрелка индикатора 12 устанавливается на «0», при такой настройке указателя 13 индикатора 12 положение вершины резца соответствует оси шпинделя токарного станка. Следует отметить, например, соответствующей маркировкой на поверхности приспособления, на каком делении находится стрелка малой шкалы индикатора 12. Приспособление считается настроенным на нужный параметр точной установки резца относительно центра оси станка для конкретного токарного станка.

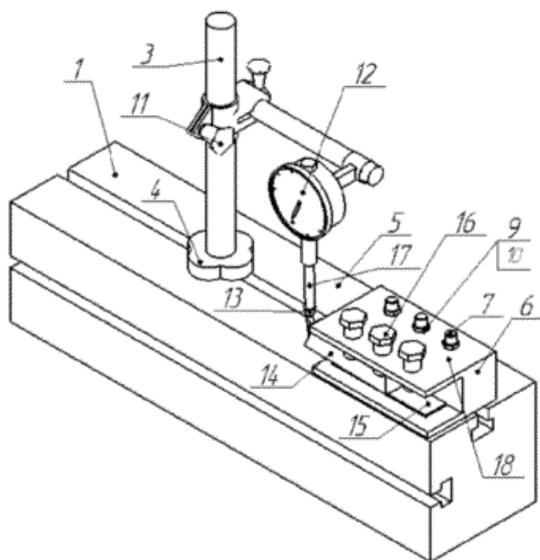
Далее резец 14 с комплектом подкладок 15 раскрепляется, извлекается из державки 6 и переносится для закрепления в резцедержателе станка. Любой другой резец с набором подкладок, закрепленный в державке 6 приспособления, в случае, когда указатель 13 индикатора 12 касается вершины резца, большая стрелка показывает на нулевую отметку на шкале индикатора 12, также будет правильно установлен относительно оси шпинделя станка. При необходимости производится корректировка размера пакета установочных прокладок 15, добавляя или уменьшая их общий размер на основе показаний индикатора 12. Приспособление может использоваться для настройки резцов различных типов и размеров. При этом необходимо произвести настройку правильного положения индикаторной стойки, а паз державки, в котором закрепляется настраиваемый резец, должен иметь высоту не менее чем высота наибольшей державки настраиваемого резца. Необходимо так же в комплекте подкладных пластин иметь пластины, размеры которых соответствуют державкам настраиваемых токарных резцов.

Сборочными единицами для изготовления приспособления служат стандартные изделия: индикаторная стойка в сборе с основанием, индикатор часового типа. Такие

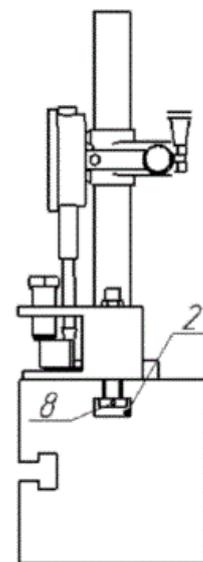
изделия доступны для приобретения и имеют низкие цены ввиду их массового производства на специализированных предприятиях. Крепежные изделия в виде болтов, гаек, шайб так же доступны для приобретения. Единственная оригинальная деталь (державка) может быть изготовлена на любом машиностроительном предприятии или в небольшой механической мастерской.

Формула полезной модели

Приспособление для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка, содержащее плиту, на которой смонтирована стойка с индикатором часового типа, отличающееся тем, что оно выполнено с возможностью закрепления резца с набором подкладок на державке, которая закреплена на упомянутой плите болтовыми соединениями, причем головки болтов расположены в Т-образном пазу, выполненном в плите.



Фиг. 1



Фиг. 2

Проводим анализ форм изложения реферата, формулы, формулировки технической задачи в описании, технического решения, изложенного в описании, по степени текстового совпадения этих четырех элементов в структуре документов патента.

В начале сравниваем, насколько описание реферата совпадает с текстом формулы. Размещаем оба документа в параллельные колонки (табл. 1).

Проведённый анализ показывает, что структура текста формулы и реферата ПМ соответствует методике, представленной в рекомендациях [4].

Первое предложения текста реферата соответствует первому предложению описания «области техники» в «описании» патента. Дальнейший текст реферата – точное соответствие описания «технической задачи» в самом «описании» патента.

По структуре рассматриваемой формулы необходимо отметить так же следующее. В формуле ПМ не упоминается, какую цель (или для решения какой задачи) используется тот, или иной элемент предлагаемого устройства, т.е. строго выполнено указание новых правил.

Сравнение текстов реферата и формулы в ПМ

Содержание реферата ПМ	Содержание формулы ПМ
Решение относится к механической обработке деталей и может быть использовано для точной установки резцов по линии центров токарных станков различных моделей. Технической задачей предлагаемого приспособления является установка вершины токарного резца с требуемой точностью. Это обеспечивается применением набора подкладок, устанавливаемых под резец на установочную поверхность державки приспособления такой толщины, при которой обеспечивается установка вершины токарного резца по оси шпинделя станка. Точное положение вершины резца относительно осей центров токарного станка определяется индикатором, смонтированным на стандартной стойке	Приспособление для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка, содержит плиту, на которой смонтирована стойка с индикатором часового типа, отличающееся тем, что она выполнена с возможностью закрепления резца с набором подкладок на державке, которая закреплена на упомянутой плите болтовыми соединениями, причем головки болтов расположены в Т-образном пазу, выполненном в плите.

Совпадающие признаки заявляемой ПМ и прототипа в формуле показаны до слова «отличающееся», далее коротко сформулированы отличительные признаки ПМ, цель которых и практическая значимость представлены в описании ПМ. Все перечисленное, применительно формулы рассматриваемой ПМ, соответствует методике [4]. Анализ структуры изложения формул в патентах ПМ, выданных ФИПС после 2016 г. [5, 6], подтверждает, что их структура так же соответствует методике [4].

Выводы

1. В статье показаны основные принципиальные изменения, представленные в «Новых правилах рассмотрения заявок на ПМ», которые необходимо учитывать разработчикам заявок на получение патентов на ПМ.

2. На основе анализа материалов, полученного в феврале 2020 г. патента на ПМ, выявлены закономерности формулировки разделов описания патента на ПМ, формулы и реферата, их взаимосвязь, в том числе с элементами совпадения текстов.

3. Представленные материалы статьи могут быть использованы в качестве методических рекомендаций студентам по правильному описанию разделов материалов заявки на ПМ, например, по теме практических занятий «Составлении формулы ПМ для заявки на получение патента по усовершенствованию технического решения патента-прототипа», инженерно-техническому персоналу предприятий ОПК при патентовании новых разработок военной техники.

Библиографический список

1. Приказ Минэкономразвития России от 30 сентября 2015 г. № 701 «Об утверждении Правил составления, подачи и рассмотрения документов, являющихся основанием для совершения юридически значимых действий по государственной регистрации полезных моделей, и их форм, Требований к документам заявки на выдачу патента на полезную модель, Состав сведений о выдаче патента на полезную модель, публикуе-

- мых в официальном бюллетене Федеральной службы по интеллектуальной собственности, Состав сведений, указываемых в форме патента на полезную модель, формы патента на полезную модель». – М., 2015.
2. **Мещеряков, В.А.** Правила Роспатента рассмотрения заявок на полезные модели и их влияние на усиление кризисного состояния института полезных моделей в России // Журнал суда по интеллектуальным правам. – 2016. – № 12. – С. 34-57.
 3. Пат. на ПМ 196785 Российская Федерация, МПК В23В 25/06 (2006.01). Приспособление для установки вершины резца по оси шпинделя токарного станка/ Платонов А.В., Щеглетов К.А., Козлова А.А., Чеснокова Е.Н., Киселева А.В., Коршунов Е.С., Нейлык И.О.; Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева» (Нижний Новгород). - № 2019145106, заявл. 30.12.2019; опубл. 16.03.2020, Бюл. № 23.
 4. www.start-patent.ru Старт-патент, служба патентования. Секреты составления формулы полезной модели. – Интернет-ресурс (дата обращения 04.04.2020).
 5. Пат. на ПМ 186354 Российская Федерация, МПК G06F 19/00 (2011.01), G06T 19/00 (2011.01), А61В 6/03 (2006.01). Рентгеноскопическая установка/ Пронин Д.В., Кашурин Н.А., Платонов А.В., Кашеев Е.А., Кошелев А.В.; Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева» (Нижний Новгород). - № 2018121068, заявл. 07.06.2018; опубл. 16.01.2019, Бюл. № 2.
 6. Пат. на ПМ 196481 Российская Федерация, МПК F16D 13/75 (2016.01), В60W 50/00 (2006.01). Устройство контроля регулировки свободного хода педали сцепления автомобиля/ Платонов А.В., Куманеев М.А., Березкин В.С., Путкова В.А., Шилин М.В., Гусев Р.Г.; Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева» (Нижний Новгород). - № 2019144468, заявл. 27.12.2019; опубл. 02.03.2019, Бюл. № 7.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНДИКАТОРА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОТНОГО САМОЛЁТА

Н.Н. Сазанов^{1,2}, В.И. Обухов¹

¹Арзамасский политехнический институт (филиал)

ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас

^{1,2}ОКБ ОАО «Экспериментальный машиностроительный завод
им. В.М. Мясищева»

Рассматривается модернизация индикатора жизнеобеспечения высотного самолёта. Использование современных датчиков и приборов позволяет повысить надёжность, точность, эргономичность и информативность системы жизнеобеспечения самолёта, имеющего герметичную кабину или герметичный фюзеляж.

Ключевые слова: модернизация, индикатор, ИКЖ-П1, система жизнеобеспечения, современные датчики, многофункциональный индикатор, индикация, МФИ, прибор, малогабаритные датчики давления, блок, параметры жизнеобеспечения, самолёт, М-55 «Геофизика», сообщение.

В настоящее время авиация России представлена самолётами разного класса, назначения и года выпуска. Новые самолёты оснащены высокотехнологичным современным бортовым радиоэлектронным оборудованием (БРЭО) и значительно превосходят по своим характеристикам парк самолётов, изготов-

ленных ещё в СССР. Производство исключительно передовой авиационной техники требует больших экономических затрат. Плановая модернизация решает эту проблему. Благодаря такому оптимальному подходу, парк самолётов, произведённых с 70-х по 80-е гг. прошлого столетия, оснащается цифровым БРЭО, а наиболее важные агрегаты и узлы заменяются на новые. Таким образом, самолёты, сконструированные ещё в советское время, получают повышенные эксплуатационные характеристики и продолжают выполнять поставленные задачи. При этом ресурсы страны позволяют разрабатывать, испытывать и производить новую авиационную технику.

Постоянное совершенствование высотных характеристик пилотируемых летательных аппаратов возможно при улучшении условий для экипажа и эффективном контроле за параметрами жизнеобеспечения. Условная высота кабины, перепад давления (между гермокабиной и атмосферой), запас и расход кислорода – индикация этих параметров не должна быть затруднена. Точность и надёжность прибора контроля за жизнеобеспечением позволяют пилоту вовремя реагировать и предотвращать аварийные ситуации.

Параметры жизнеобеспечения в высотных самолетах, произведённых в советское время, контролируются пилотом по устаревшим аналоговым приборам. Чаще всего встречается комбинированный пневматический индикатор жизнеобеспечения. На примере такого индикатора, установленного на высотном самолете М-55 «Геофизика», рассмотрим эффективность модернизации.

Индикатор жизнеобеспечения ИКЖ-П1 (рис. 1) входит в состав кислородной системы самолета М-55 «Геофизика» [1]. Чувствительные элементы прибора представляют собой мембранную и anerоидные коробки. Под воздействием давления или разряжения чувствительные элементы деформируются, через тяги линейное перемещение чувствительного элемента преобразуется во вращательное движение барабана, на котором закреплена лента. Через ролики передается линейное перемещение отсечной границы ленты относительно шкалы [2].

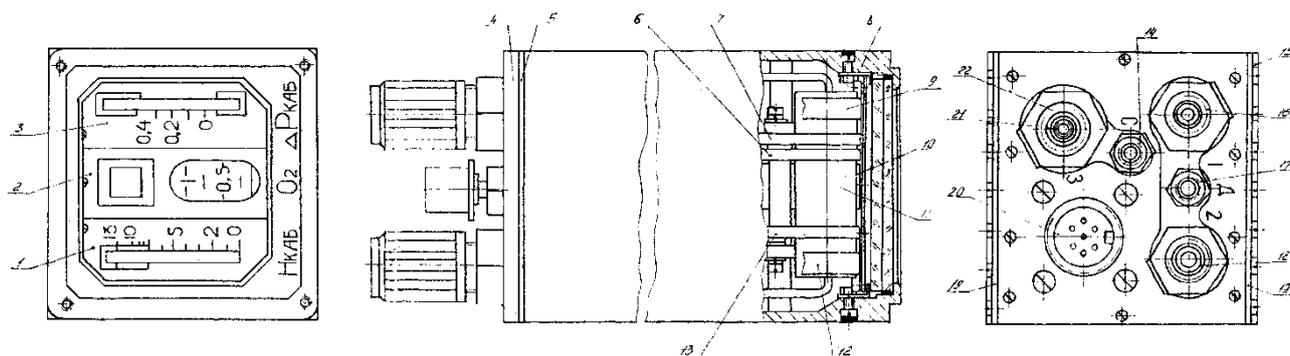


Рис. 1. Конструкция индикатора ИКЖ-П1:

- 1, 2, 3 – шкалы; 4 – основание; 5, 19 – прокладки; 6, 7, 13 – механизмы;
 8 – блок осветительный; 9, 10, 12 – ленты; 11 – индикатор подачи кислорода; 14, 16, 17, 18,
 22 – штуцера (С, 1, Д, 2, 3 соответственно); 15 – крышка;
 20 – вилка; 21 – дюза

Выбраны следующие датчики по каналам давления:

- ДАП-1,6 для контроля условной высоты в кабине;
- ДД±0,6У для контроля перепада давления между кабиной и атмосферой;
- ДАП-1-250М для контроля запаса кислорода;
- ДПГД для контроля расхода кислорода [3, 4].

Информация с датчиков поступает на универсальный блок связи с конфигурируемыми функциями (УБС-К). Блок предназначен для приема, преобразования (включая вычисление производной информации) и выдачи информации в виде электрических сигналов (аналоговых и кодовых) для обеспечения взаимодействия аналоговых и цифровых систем [5].

Изменение давления в кислородных баллонах прямо пропорционально объёму кислорода. В свою очередь, датчик подачи газа на дыхание (ДПГД) измеряет расход кислорода в литрах в минуту. При вычислении производной информации рассчитывается текущий остаток кислорода в минутах.



Рис. 3. Мнемокадр МФИ с параметрами жизнеобеспечения

На выходе с блока УБС-К на многофункциональный индикатор (МФИ) поступают следующие параметры: «высота» кабины, перепад давления в кабине, запас кислорода. МФИ предназначен для индикации пилотажно-навигационной информации, а также для индикации предупреждающей информации о работоспособности систем самолета при выполнении полета и превышении допустимых режимов пилотирования [6].

МФИ способен выдавать показания большого количества параметров от разных систем самолёта. При этом имеется возможность работы в разных режимах. Дисплей индикатора расположен на центральной приборной панели перед пилотом, что значительно улучшает индикацию.

На рис. 3 представлен разработанный нами мнемокадр МФИ с параметрами жизнеобеспечения. Данные параметры будут доступны пилоту для контроля в верхней части МФИ в строке сообщений.

«Высота» кабины отображается строчным сообщением «ВЫСОТА КАБ.» в целых и десятых долях километра. Запас кислорода отображается сообщением «ЗАП. КИСЛОРОД.» в минутах. Перепад давления в кабине изображается сообщением «ПЕРЕПАД КАБ.» в кгс/см², при этом единицы измерения не указываются.

Сообщения «ВЫСОТА КАБ.» и «ПЕРЕПАД КАБ.» появляются на МФИ в случае выхода значений параметров из своих рабочих диапазонов. В случае возврата параметров в пределы рабочих диапазонов сообщения пропадают.

Следует отметить, сообщение «ЗАП. КИСЛОРОД.» постоянно находится в строке сообщений. Пилот в любой момент может посмотреть текущий запас кислорода в минутах. Информация о запасе кислорода в таком виде наиболее информативна.

При нахождении величин параметров жизнеобеспечения в предупреждающих и критических зонах соответствующие сообщения устанавливаются на МФИ в приоритет и дублируются на речевое оповещение. Жёлтый цвет сообщений – предупреждающий, красный – аварийный.

Если на МФИ образовалась очередь из сообщений, то её можно пролистывать с помощью клавиши «СБЦ».

Современные датчики повышают надёжность системы жизнеобеспечения. По сравнению с прибором ИКЖ-П1 у датчиков, выбранных нами, больше срок службы, ресурс и стабильность тарировочной характеристики.

При использовании выбранных нами датчиков повышается точность измерения параметров жизнеобеспечения. По каналу давления «высоты» кабины основная погрешность уменьшилась на ± 6 %, дополнительная температурная погрешность на ± 4 %. Основная погрешность измерения перепада давления в кабине сократилась на ± 2 % в пределах рабочего диапазона и на ± 4 % в нерабочем диапазоне, а температурная уменьшилась на ± 2 и ± 4 % соответственно. Основная погрешность измерения запаса кислорода сократилась на $\pm 4,5$ %, а температурная составляющая уменьшилась более чем на ± 7 %.

При отображении параметров жизнеобеспечения на МФИ значительно улучшается эргономика. Снимается нагрузка с пилота, отсутствует необходимость отклоняться и вглядываться в показания. Все параметры автоматически

выводятся на центральный индикатор, позволяя оперативно реагировать и предотвращать критические ситуации.

При использовании разработанной нами компоновочной схемы датчиков жизнеобеспечения прибор ИКЖ-П1 остаётся на своём месте в качестве резервного индикатора. В случае отказа МФИ пилот сможет безопасно завершить полёт по аналоговому прибору. Таким образом решается проблема резервирования системы жизнеобеспечения.

Концепция приведенного технического решения применима в любых высотных самолетах с герметичной кабиной или герметичным фюзеляжем.

Библиографический список

1. Руководство эксплуатации М-55 "Геофизика" / Кислородное оборудование, защитное снаряжение: раздел 035.
2. Руководство эксплуатации М-55 "Геофизика" / Комбинированный пневматический индикатор жизнеобеспечения ИКЖ-П1.
3. Измерительные приборы / Энгельское Приборостроительное Объединение "Сигнал" (ЭПО "Сигнал").
4. Каталог продукции АО ЭОКБ "Сигнал" им. А.И. Глухарева / Энгельское Приборостроительное Объединение "Сигнал" (ЭПО "Сигнал").
5. Руководство эксплуатации / Многофункциональный индикатор МФИ-ЖК-2.
6. Руководство эксплуатации / Универсальный блок связи с конфигурируемыми функциями УБС-К.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА

Д.С. Смылова, Б.А. Миркин

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассмотрены разработка схемы подключения проектируемой автоматизированной системы контроля и её важнейшие узлы. Отличительной особенностью является использование принципиально нового подхода в разработке проверочной аппаратуры и отказ от устаревших схмотехнических и конструктивных решений, подразумевающих использование только светоиндикации и механических переключателей. Разработанная автоматизированная система контроля была испытана на реальных изделиях.

Ключевые слова: система контроля, схема, микроконтроллер, интерфейс.

В процессе развития современного отечественного военно-промышленного комплекса наиболее распространенной стала следующая методика контроля качества произведенного изделия:

- в процессе сборки отдельных функциональных ячеек блока производится только визуальный контроль сборки;
- после сборки функционально законченного изделия производится его регулировка и настройка с помощью пульта проверки;
- результаты проверки обрабатываются вручную регулировщиком или контролером, и заполняется соответствующая документация.

Специальные технологические пульты, используемые при таком подходе, обычно представляют собой условный набор лампочек, тумблеров и соединителей. Достоинствами такой простейшей аппаратуры является простота её изготовления, низкая себестоимость. Основными недостатками являются недостаточная точность контроля, неудобство эксплуатации, необходимость излишнего визуального и тактильного взаимодействия с проверочной аппаратурой, что влечет за собой ошибки, обусловленные человеческим фактором, и излишнюю продолжительность операции контроля и регулировки, громоздкость самой системы контроля, а также необходимость большого количества дополнительного лабораторного оборудования.

Для подключения автоматизированной системы контроля к проверяемому изделию необходимо иметь набор специально разработанных жгутов коммутации. Так как в большинстве производимых электронных блоков передача сигналов осуществляется путем проводной связи с использованием специальных соединителей, то необходимо достаточно большое количество различных жгутов коммутации автоматизированной системы контроля с проверяемым изделием.

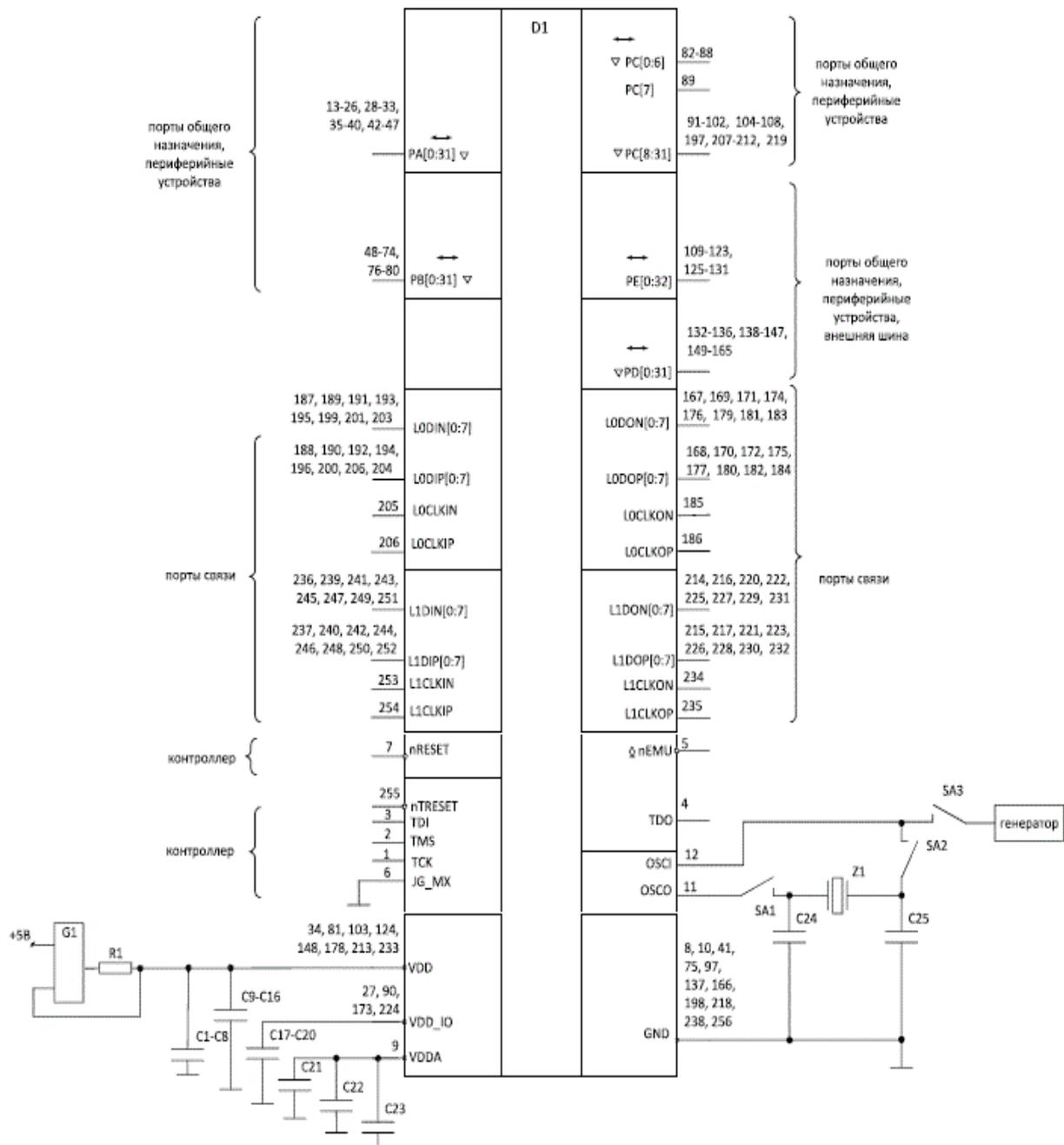
Предлагаемая схема подключения проверяемого блока к автоматизированной системе контроля приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема подключения

В структуру всей системы входит следующий перечень оборудования:

- автоматизированная система контроля;
- лабораторный источник питания;
- жгуты коммутации;
- проверяемое изделие.



- D1 – включаемая микросхема;
- G1 – генератор питания;
- C1 ÷ C8, C17 ÷ C21 – конденсаторы емкостью 100 нФ;
- C9 ÷ C16, C22 – конденсаторы емкостью 10 нФ;
- C23 – конденсатор емкостью 100 пФ;
- C24, C25 – конденсатор емкостью 15 пФ;
- R1 – резистор сопротивлением не менее 2,1 Ом;
- SA1 ÷ SA3 – переключатели;
- Z1 – кварцевый резонатор.

Рис. 2. Типовая схема включения микроконтроллера 1967BH044

С помощью специального жгута проверяемый блок подключается к источнику питания. Поскольку информационная связь автоматизированной сис-

темы контроля с изделием осуществляется по одному из стандартных интерфейсов, для передачи измерительной информации используется соответствующий универсальный покупной кабель.

В основе современных сложных систем управления и контроля всегда находится микропроцессор цифровой обработки сигналов. В данной разработанной автоматизированной системе контроля в качестве центрального модуля управления выбран микроконтроллер 1967ВН044 производства фирмы Миландр. Данный микропроцессор обладает тактовой частотой ядра 300 МГц, широким спектром встроенных интерфейсов, большим количеством пользовательских портов ввода/вывода цифровых сигналов. Внутренняя архитектура кристалла выполнена по стандарту Tiger SHARC. Напряжения питания для этой микросхемы, следующие: ядро необходимо запитывать постоянным напряжением +1,2 В, а всю остальную часть – постоянным напряжением +3,3 В. Типовая схема включения приведена на рис. 2.

Данный микроконтроллер способен полностью обеспечить требуемую точность и полноту обработки проверяемых сигналов. Конечно, для выполнения микроконтроллером его непосредственных функций требуется разработка комплекса специального программного обеспечения, а также его отладка. Для каждого комплекта автоматизированной системы контроля требуется прошивать установленный в неё микроконтроллер. Но, за счет больших вычислительных мощностей, а также подключения дополнительной Flash-памяти, вся система приобретает гибкость и универсальность. С помощью дополнительных жгутов можно подключить сразу несколько абсолютно разных проверяемых блоков, их проверка будет осуществляться последовательно, но существенно быстрее, чем на старых рабочих местах.

В ходе практического применения разработанной автоматизированной системы контроля были проверены следующие конкретные параметры изготавливаемых изделий (результаты занесены в табл. 1).

Таблица 1

Пример протокола контроля и сравнения

Значение напряжения, В	Допустимое отклонение, В	Ток нагрузки, А	Измеренное на старом рабочем месте значение, В	Измеренное с помощью АСК значение, В
+32	1,6	2	+31,06	+31,563
-32	1,6	2	-33,11	-32,927
+28,5	1,425	2	+28,92	+28,412
-28,5	1,425	2	-28,55	-28,237
+27	1,35	1	+27,76	+27,421
-27	1,35	1	-25,99	-26,373
+15	0,75	1	+15,31	+15,255
-15	0,75	1	-14,78	-14,846
+5	0,25	1	+5,12	+5,051
-5	0,25	1	-4,92	-4,988

Время, затраченное на проверку изделия в случае использования старого рабочего места, составило 3 ч 25 мин, а время проверки изделия с помощью автоматизированной системы контроля составило 15 мин.

В процессе испытаний разработанной автоматизированной системы контроля выявлена не только большая точность и удобство эксплуатации, но и существенное сокращение времени проверки изделия.

Библиографический список

1. **Батоврин, В.К.** LabVIEW. Практикум по основам измерительных технологий / В.К. Батоврин [и др.]. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 232 с.
2. **Трэвис, Дж.** LabVIEW для всех / Дж. Трэвис, Дж. Кринг. – 4-е изд. – М.: ДМК-Пресс, 2015. – 904 с.
3. **Блюм Питер.** LabVIEW: стиль программирования / Блюм Питер. – М.: ДМК-Пресс, 2016. – 400 с.

ФУНКЦИЯ БИНАРНОГО СЛОЖЕНИЯ В НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Д.В. Трухманов

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Рассматривается проблема логической неравнозначности в нейронной сети. Доказывается невозможность реализации функции бинарного сложения по модулю два однослойным персептроном.

Ключевые слова: нейронная сеть, однослойный персептрон, логическая неравнозначность, бинарное сложение.

На сегодняшний день нейронные сети широко используются в таких областях, как кодирование и декодирование информации, прогнозирование, теория принятия решений и т.д. Эти области подразумевают трудоемкие вычисления, поэтому нейронные сети быстро справляются с этими задачами.

История нейронных сетей начинается с 1943 г., когда американские нейрофизиологи У. Мак-Каллок и У. Питтс представили свою работу «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной деятельности», в которой рассмотрели математическую модель биологического нейрона. В последствии нейрофизиолог Ф. Розенблатт впервые описал схему персептрона – устройства, которое модулирует процесс восприятия информации человеческим мозгом.

Нейронная сеть – математическая модель мозга, реализуемая с помощью искусственных нейронов по принципу взаимодействия нейронных связей. Данная система стремится объяснить физиологические функции мозга с помощью нейрофизиологии и нейроанатомии. Простейшая нейронная сеть состоит из трех слоев – входных, скрытых и выходных нейронов, представленная на рис. 1.

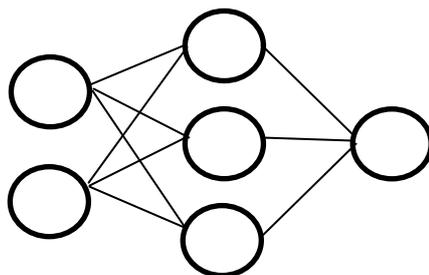


Рис. 1. Простейшая нейронная сеть

Наиболее известные архитектуры прогнозирования нейронных сетей – персептрон и сеть радиально-базисных функций. Обе структуры относятся к типу обучения с учителем – то есть с известным условием выходного пространства решений. Рассмотрим персептрон как наиболее изученный и популярный вид нейронной сети.

Персептрон состоит из R , A , S -элементов. S -элементы – это сенсоры или рецепторы, вырабатывающие сигнал, A -элементы – ассоциативные, т.е. элементы, выдающие выходной сигнал при условии, что алгебраическая сумма входных сигналов будет больше некоторой пороговой величины $\theta_i > 0$. R -элементы – реагирующие, выдающие +1 или -1 в зависимости от суммы входных сигналов, если данная сумма равна нулю, результат будет неопределенным. Схема персептрона изображена на рис. 2. На нем изображен многослойный персептрон с двумя скрытыми связями и одним выходным слоем. Показанная на рисунке сеть является полносвязной, что характерно для многослойного персептрона общего вида. Это значит, что каждый нейрон в любом слое связан со всеми нейронами (узлами) предыдущего слоя. Сигнал передается по сети исключительно в прямом направлении, слева направо, от слоя к слою.

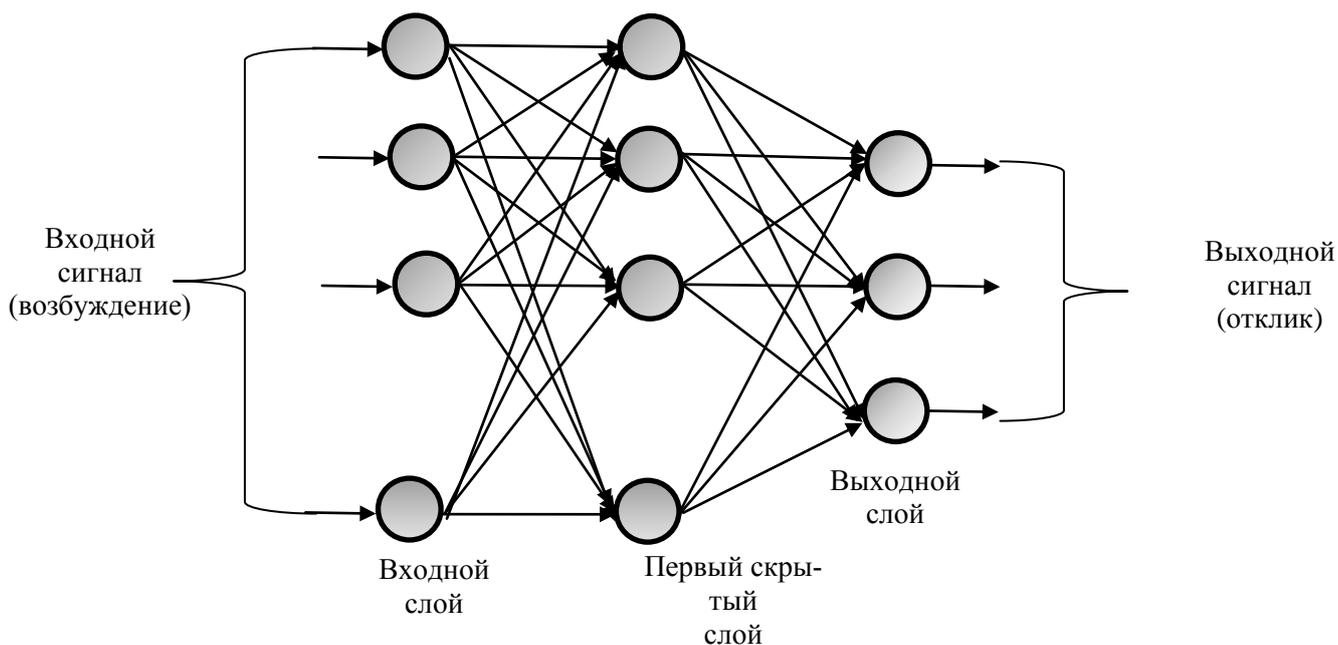


Рис. 2. Пример однослойного персептрона

Обучение персептрона можно представить следующим образом – подаются сигналы на вход персептрона и корректируются веса до тех пор, пока не будет достигнуто требуемое выходное значение. Другими словами, обучение можно представить с помощью алгоритма. На вход подаются некие входные параметры, представленные в виде вектора (x_1, x_2, \dots, x_n) , которые могут принимать значения натуральных чисел, например, при распознавании их четности или нечетности. Затем эти значения умножаются на соответствующую компоненту вектора весов $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$. После этого получившиеся значения проходят пороговую операцию, если превышают порог, то выходное значение становится равным единице, в противном случае – нулю. Если выходное значение правильное, то на вход подается другое значение до тех пор, пока персептрон не допустит ошибку. После этого веса, присоединенные к входам, усиливающим ошибочный результат, модифицируются, чтобы ее уменьшить. Для коррекции весов вводится δ -коэффициент, равный разности между требуемым или целевым выходом T и реальным выходом y :

$$\delta = (T - y).$$

Эта формула имеет несколько вариантов δ :

$\delta = 0$ означает правильность выхода;

$\delta > 0$ означает, что необходимо добавить все входы к соответствующим им весам, если выход неправильный и равен нулю;

$\delta < 0$ означает, что необходимо вычесть каждый вход из соответствующего ему веса, если выход неправильный и равен единице.

Устанавливая конечное число шагов, нейронная сеть научится распознавать четные и нечетные числа, при условии, что порог для всех нечетных чисел будет больше выходного значения, а для четных – меньше.

Математически данная операция обучения может быть представлена следующим образом:

$$\Delta i = \eta \delta x_i,$$

$$w(n+1) = w(n) + \Delta i,$$

где Δi – модификация весов i -го входа; η – обобщающий коэффициент.

Логической неравнозначностью или функцией исключаящего «или», называется булева функция двух переменных, каждая из которых принимает значения 0 или 1 [3]. Функция принимает значение 1, когда один из аргументов равен 1 (табл. 1).

Таблица 1

Истинность бинарного сложения по модулю 2

x	y	$x \oplus y$
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Описание проблемы. Пусть имеются две переменные x и y , которые принимают значения 0 или 1. Тогда все комбинации этой пары можно записать в таблицу и изобразить на плоскости XOY с помощью четырех точек A, B, C, D :

Таблица 2

Всевозможные комбинации переменных

	x	y	$x \oplus y$
A	0	0	0
B	1	0	1
C	0	1	1
D	1	1	0

Затем подадим значения x и y на вход однослойного персептрона с соответствующими весами w_1, w_2 и полученные произведения просуммируем:

$$S = xw_1 + yw_2$$

Затем произведем пороговую операцию:

$$F = \begin{cases} 0, & S < 0,5 \\ 1, & S \geq 0,5 \end{cases}$$

Изобразим данные точки на плоскости XOY и покажем, что не существует таких весовых коэффициентов у переменных x и y , которые могли бы давать правильное выходное значение суммы $x \oplus y$:

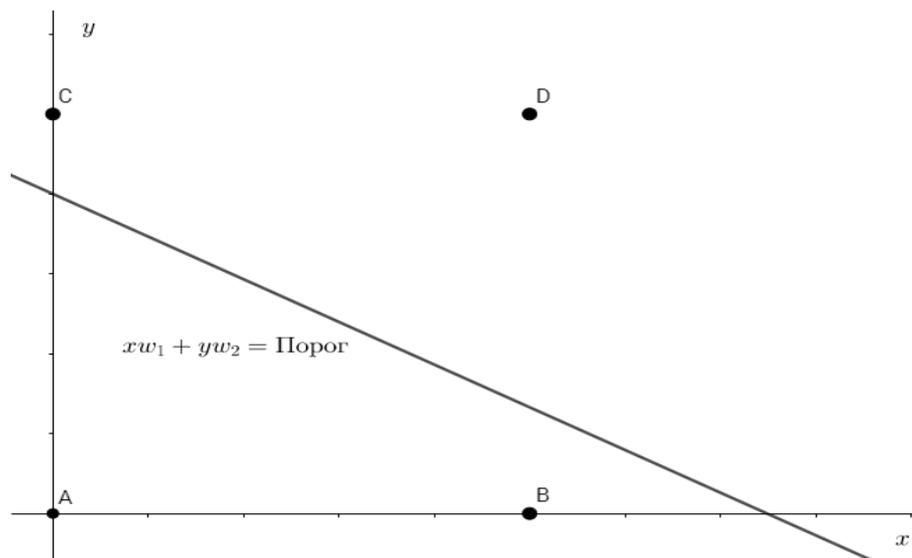


Рис. 3. Пороговая функция на плоскости

Зафиксируем величину S на значение порога функции F , и получим следующее выражение прямой:

$$xw_1 + yw_2 = 0,5,$$

которое линейно по x и y . Любые входные значения для x и y на этой линии будут давать пороговое значение $S = 0,5$. Входные значения, которые будут браться по одну сторону от этой прямой, будут меньше порогового значения, а следовательно, выход OUT будет равен 0, значения же, которые находятся по другую сторону от этой прямой, будут больше порога, а значит выход OUT будет равен 1.

Изменение весовых коэффициентов w_i ($i = 1, 2$) и порога будет менять наклон прямой и её положение на плоскости. Но для того чтобы персептрон реа-

лизовал функцию логической неравнозначности (или сложение по модулю 2), необходимо, чтобы прямая располагалась таким образом, чтобы точки A и D находились по одну сторону от неё, а точки C и B по другую. Понятно, что не существует такой комбинации весовых коэффициентов w_1 и w_2 , которые бы решали данную задачу. То есть, сеть неспособна реализовать такую функцию, как логическая неравнозначность (функция исключающего «или»).

Библиографический список

1. Нейросети: что это такое и как работает. Режим доступа: <https://www.mirf.ru/science/kak-rabotayut-nejroseti>. Дата обращения: 07.02.2020.
2. Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика = Neural Computing. Theory and Practice / Ф. Уоссермен. – М.: Мир, 1992. – 240 с.
3. Минский, М. Пейперт С. Перцептроны = Perceptrons / М. Минский. – М.: Мир, 1971. – 261 с.
4. Хайкин, С. Нейронные сети: Полный курс = Neural Networks: A Comprehensive Foundation / С. Хайкин. – 2-е изд. – М.: «Вильямс», 2006. – 1104 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДРЕЙФА НУЛЯ ДУС-300Т ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

С.В. Хапов

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас*

Определена одна из возможных причин возникновения дрейфа нуля в ДУС-300Т при динамических нагрузках.

Ключевые слова: датчик угловых скоростей, токопровод, модальный анализ, гармонический анализ.

Современные летательные аппараты оборудованы обширным комплексом приборов. Одним из важнейших является датчик угловых скоростей (ДУС), который применяется для измерения угловой скорости поворота корпуса относительно невращающейся инерциальной системы координат.

В отечественном самолетостроении наиболее широкое распространение среди ДУС получил ДУС-300Т, разработанный АО «Арзамасский приборостроительный завод имени П.И. Пландина». У данного ДУС есть один недостаток: по результатам динамических нагрузок выяснилось, что при определенных режимах работы ДУС-300Т происходит дрейф нуля. Это связано с действием следующих нежелательных внешних моментов:

- моментов трения в подвесе;
- моментов небаланса чувствительного элемента;
- реактивных моментов элементов съема сигнала и моментного устройства;
- шумами элементов структуры.

Одна из возможных причин возникновения дрейфа нуля ДУС-300Т являются токопроводы, которые возможно не могут выдержать возникающие при ударе нагрузки.

С целью проверки данной причины возникновения дрейфа нуля для токопроводов, изготовленных из золота, был проведен модальный анализ в системе Ansys и определены резонансные частоты.

Результаты проведения модального анализа в системе Ansys для токопровода представлены на рис. 1.

	Mode	<input checked="" type="checkbox"/> Frequency [Hz]
1	1,	48,383
2	2,	83,054
3	3,	112,15
4	4,	211,52

Рис. 1. Результаты модального анализа для токопровода

Из рис. 1 следует, что диапазон резонансных частот для токопровода, изготовленного из золота, равен 48,383 Гц, 83,054 Гц, 112,15 Гц и 211,52 Гц.

Далее, для определения угла, при котором возникают наибольшие напряжения, провели гармонический анализ при диапазоне резонансных частот от 45 до 50 Гц по 7 различным направления действия ускорения. Именно столько токопроводов, равномерно расположенных по диаметру оси вращения гиросмотора, предусмотрено конструкцией ДУС-300Т. Результаты гармонического анализа токопровода представлены далее.

На рис. 2 представлены механические напряжения в токоподводе, полученные в результате гармонического анализа при действии ускорения в направлении 0° .

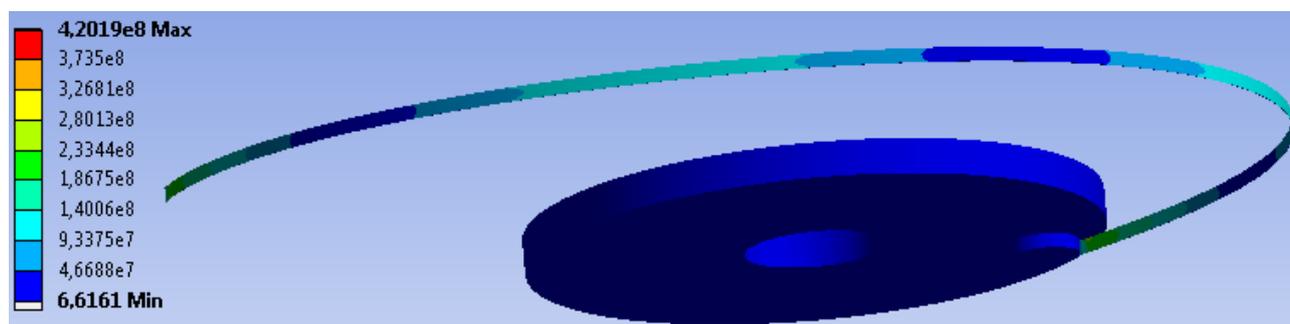


Рис. 2. Гармонический анализ при действии ускорения в направлении 0°

Из рис. 2 следует, что значение максимального напряжения при действии ускорения в направлении 0° равно $4,2 \cdot 10^8$ Па.

На рис. 3 представлены механические напряжения в токоподводе, полученные в результате гармонического анализа при действии ускорения в направлении 51° .

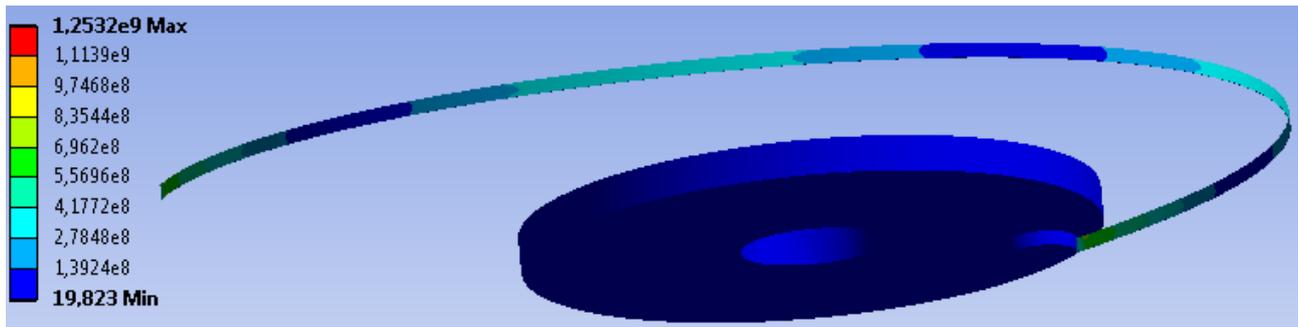


Рис. 3. Гармонический анализ при действии ускорения в направлении 51°

Из рис. 3 следует, что значение максимального напряжения при действии ускорения в направлении 51° равно $1,25 \cdot 10^9$ Па.

На рис. 4 представлены механические напряжения в токоподводе, полученные в результате гармонического анализа при действии ускорения в направлении 102°.

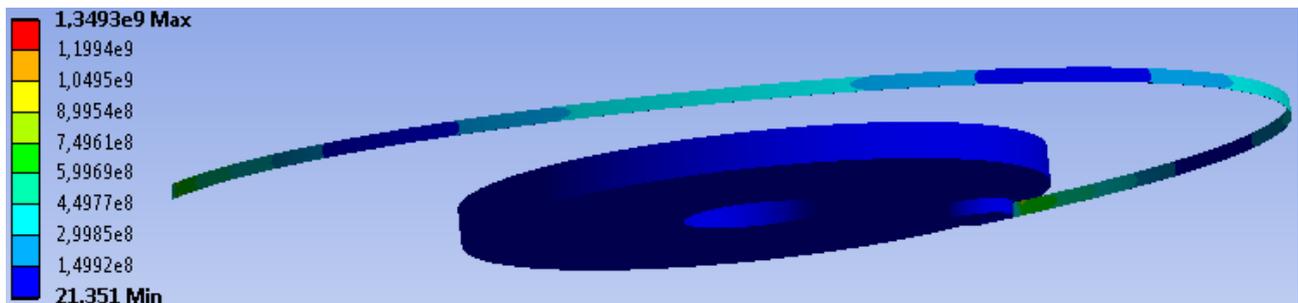


Рис. 4. Гармонический анализ при действии ускорения в направлении 102°

Из рис. 4 следует, что значение максимального напряжения при действии ускорения в направлении 102° равно $1,35 \cdot 10^9$ Па.

На рис. 5 представлены механические напряжения в токоподводе, полученные в результате гармонического анализа при действии ускорения в направлении 153°.

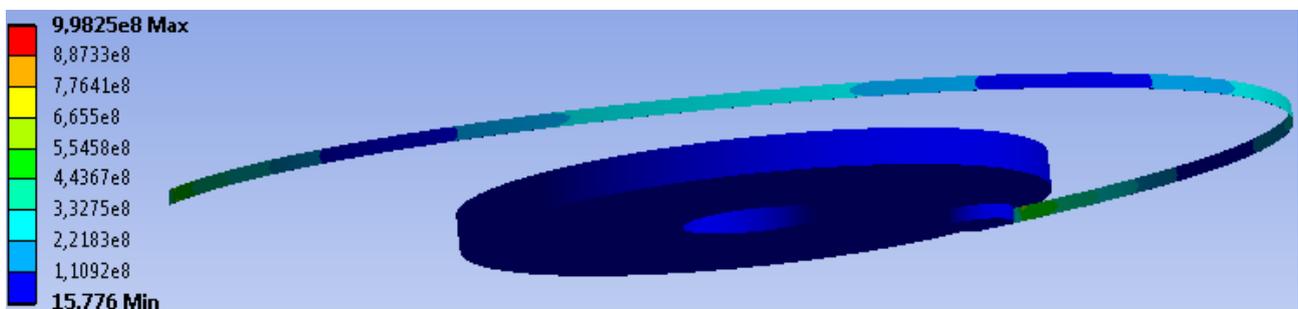


Рис. 5. Гармонический анализ при действии ускорения в направлении 153°

Из рис. 5 следует, что значение максимального напряжения при действии ускорения в направлении 153° равно $9,98 \cdot 10^8$ Па.

На рис. 6 представлены механические напряжения в токоподводе, полученные в результате гармонического анализа при действии ускорения в направлении 204° .

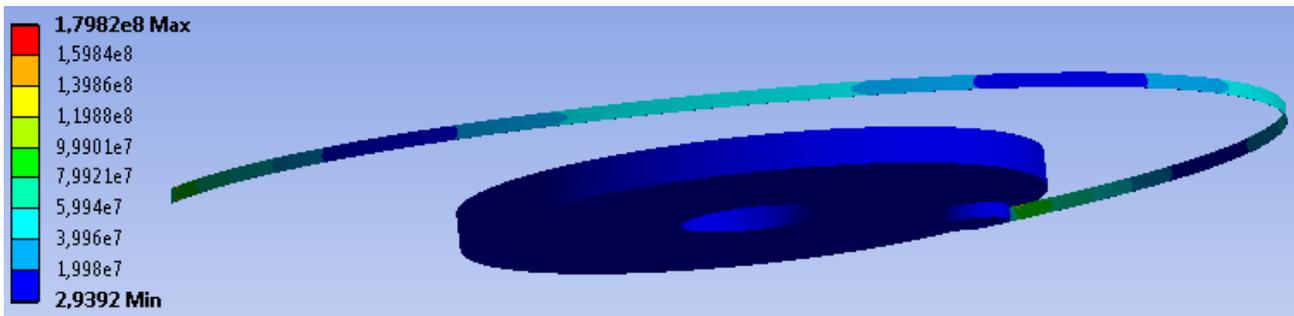


Рис. 6. Гармонический анализ при действии ускорения в направлении 204°

Из рис. 6 следует, что значение максимального напряжения при действии ускорения в направлении 204° равно $1,80 \cdot 10^8$ Па.

На рис. 7 представлены механические напряжения в токоподводе, полученные в результате гармонического анализа при действии ускорения в направлении 255° .

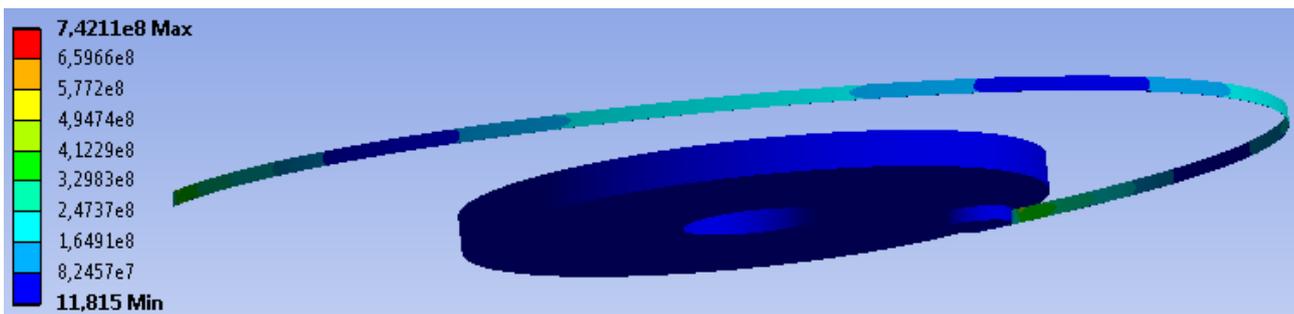


Рис. 7. Гармонический анализ при действии ускорения в направлении 255°

Из рис. 7 следует, что значение максимального напряжения при действии ускорения в направлении 255° равно $7,42 \cdot 10^8$ Па.

На рис. 8 представлены механические напряжения в токоподводе, полученные в результате гармонического анализа при действии ускорения в направлении 306° .

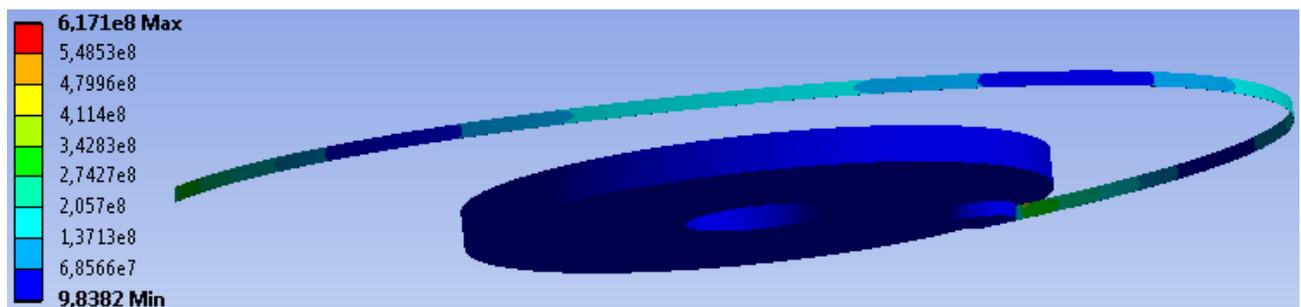


Рис. 8. Гармонический анализ при действии ускорения в направлении 306°

Из рис. 8 следует, что значение максимального напряжения при действии ускорения в направлении 306° равно $6,17 \cdot 10^8$ Па.

Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1
Результаты гармонического анализа
для токопровода

Угол	Напряжение, Па
0°	$4,2 \cdot 10^8$
51°	$1,25 \cdot 10^9$
102°	$1,34 \cdot 10^9$
153°	$9,98 \cdot 10^8$
204°	$1,80 \cdot 10^8$
255°	$7,42 \cdot 10^8$
306°	$6,17 \cdot 10^8$

Из табл. 1 видно, что максимальное напряжение возникает при действии ускорения при угле 102° , следовательно, будем задавать удар для токопровода в направлении 102° .

Результат моделирования удара для токопровода представлен на рис. 9.

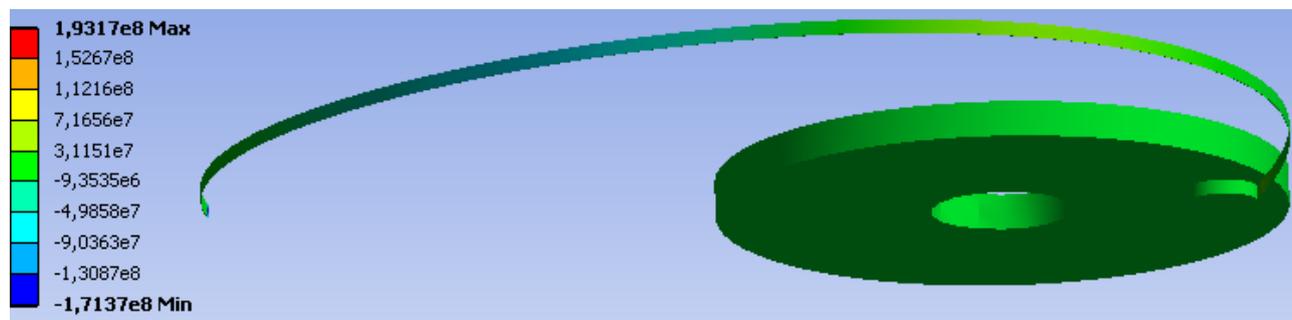


Рис. 9. Механические напряжения при ударе

Из рис. 9 видно, что максимальное напряжение равно $1,93 \cdot 10^8$ Па. Максимальный предел текучести для золота равен $3,9 \cdot 10^7$ Па. Сравнив результат моделирования удара и максимальный предел текучести, получаем, что при ударе могут появиться напряжения, выходящие за предел текучести материала.

Библиографический список

1. **Вавилов, В.Д.** Интегральные датчики / В.Д. Вавилов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2003. – 503 с.
2. **Тимошенко, С.П.** Колебания в инженерном деле / Тимошенко С.П., Янг Д.Х. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
3. **Тимошенко, С.П.** Теория упругости: [пер. с англ. Тимошенко С.П., Гудьер Дж.]. – М.: Наука, 1975. – 576 с.
4. **Распопов, В.Я.** Микромеханические приборы: учеб. пособие / В.Я. Распопов. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ УГЛА СНОСА ВЕТРОМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

А.А. Шабашов

*Арзамасский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»*

Рассматривается способ оценки угла сноса ветром беспилотного летательного аппарата. Проводится математическое моделирование разработанного алгоритма.

Ключевые слова: угол сноса ветром, неспокойная атмосфера, наблюдатель, фильтр Калмана, алгоритм.

Решение некоторых задач траекторного управления при движении в неспокойной атмосфере требует знания информации о ветровых возмущениях, действующих на беспилотный летательный аппарат (БПЛА). К такой информации относится угол сноса ветром β_T .

Вычислить угол сноса ветром можно по информации двух измерителей, одновременно установленных на борту БПЛА:

- системы воздушных сигналов (СВС);
- доплеровского измерителя скорости и сноса (ДИСС).

ДИСС измеряет угол сноса β_K [1]. По информации СВС о векторе воздушной скорости вычисляется угол аэродинамического скольжения $\beta_{СК}$.

Угол сноса ветром определяется соотношением вида:

$$\beta_T = \beta_K - \beta_{СК}.$$

Встречаются ситуации, когда один из измерителей не устанавливается или оба отсутствуют в составе бортового оборудования.

Производительность современных вычислителей бортовых систем управления позволяет реализовать дискретные наблюдатели различного рода. Для их построения необходимо знать достаточно точные данные об аэродинамических характеристиках БПЛА.

В настоящей работе рассматривается наблюдатель, основанный на оптимальном фильтре Калмана (ФК) и оценивающий угол сноса ветром по доступным измерениям бесплатформенной инерциальной навигационной системы.

Линеаризованные уравнения бокового возмущенного движения с учетом воздействия бокового порыва ветра имеют вид [2]:

$$\begin{aligned} \dot{\beta}_K &= Z^\beta (\beta_K - \beta_T) + \omega_x \sin \alpha + \omega_y \cos \alpha + \frac{g}{V} \gamma \cos \vartheta + \Delta Z, \\ \dot{\omega}_x &= M_x^\beta (\beta_K - \beta_T) + M_x^{\omega_x} \omega_x + M_x^{\omega_y} \omega_y + \Delta M_x, \\ \dot{\omega}_y &= M_y^\beta (\beta_K - \beta_T) + M_y^{\omega_x} \omega_x + M_y^{\omega_y} \omega_y + \Delta M_y, \\ \dot{\gamma} &= \omega_x - \omega_y \operatorname{tg} \vartheta, \\ \dot{\beta}_T &= 0, \end{aligned} \tag{1}$$

где $\Delta Z = Z^{\delta_H} \delta_H + Z^{\delta_3} \delta_3$ – составляющая боковой силы, вызванная рулями направления и элерона;

$\Delta M_x = M_x^{\delta_H} \delta_H + M_x^{\delta_3} \delta_3$ – составляющая момента крена, вызванная рулями направления и элерона;

$\Delta M_y = M_y^{\delta_H} \delta_H + M_y^{\delta_3} \delta_3$ – составляющая момента рыскания, вызванная рулями направления и элерона;

ω_x, ω_y – угловые скорости крена и рыскания соответственно;

$\alpha, \gamma, \vartheta$ – углы атаки, крена и тангажа соответственно;

g – ускорение свободного падения;

V – модуль земной скорости;

Z^β – частная производная боковой силы по углу скольжения;

$M_x^\beta, M_x^{\omega_x}, M_x^{\omega_y}, M_y^\beta, M_y^{\omega_x}, M_y^{\omega_y}$ – частные производные моментов крена и рыскания по соответствующим величинам.

Представим систему (1) в уравнениях состояния:

$$\dot{x} = Ax + Bu,$$

$$y = Cx + v,$$

(2)

где $x = \begin{bmatrix} \beta_k \\ \omega_x \\ \omega_y \\ \gamma \\ \beta_T \end{bmatrix}$ – вектор состояния;

$$A = \begin{bmatrix} Z^\beta & \sin \alpha & \cos \alpha & \frac{g}{V} \cos \vartheta & -Z^\beta \\ M_x^\beta & M_x^{\omega_x} & M_x^{\omega_y} & 0 & -M_x^\beta \\ M_y^\beta & M_y^{\omega_x} & M_y^{\omega_y} & 0 & -M_y^\beta \\ 0 & 1 & -\text{tg} \vartheta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ – матрица системы;}$$

$$B = \begin{bmatrix} Z^{\delta_H} & Z^{\delta_3} \\ M_x^{\delta_H} & M_x^{\delta_3} \\ M_y^{\delta_H} & M_y^{\delta_3} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ – матрица управления;}$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \text{ – матрица измерений;}$$

$$u = \begin{bmatrix} \delta_H \\ \delta_3 \end{bmatrix} \text{ – вектор управляющих сигналов;}$$

v – вектор случайного шума измерений с распределением $N(0, \sigma^2)$.

Запишем систему (2) в дискретном виде:

$$x_{t+1} = F_t x_t + G_t u_t + w_t,$$

$$y_t = C x_t + v_t,$$

где $F_t = I + A_t \cdot \Delta t$;

$$G_t = B_t \cdot \Delta t$$
;

I – единичная матрица;

Δt – шаг дискретизации;

w_t – вектор случайного шума системы с распределением $N(0, \sigma^2)$.

Нижние индексы $t+1$, t , $t-1$ в выражениях означают следующий, текущий и предыдущий шаги соответственно.

Перейдем к построению дискретного оптимального ФК [3]. Начальными условиями являются:

x_0 – начальная оценка состояния;

P_0 – ковариационная матрица ошибки оценивания;

$$Q = \begin{bmatrix} \sigma_{\beta_k}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\beta_r}^2 \end{bmatrix} \text{ – ковариационная матрица } w_t$$
;

$$R = \begin{bmatrix} \sigma_{\omega_x}^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\omega_y}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{\gamma}^2 \end{bmatrix} \text{ – ковариационная матрица } v_t$$
;

σ_{β_k} – среднеквадратическое отклонение угла сноса;

σ_{β_r} – среднеквадратическое отклонение угла сноса ветром;

σ_{ω_x} , σ_{ω_y} , σ_{γ} – погрешности измерения координат состояния датчиками, имеющимися на борту БПЛА.

Оценка угла сноса ветром может быть теперь получена с помощью следующего алгоритма.

1. Этап наблюдения:

По данному наблюдению на шаге t вычисляются:

$$v_t = y_t - Cx_{t|t-1} - \text{ошибка обновления};$$

$$K_t = P_{t|t-1}C_t^T (C_tP_{t|t-1}C_t^T + R)^{-1} - \text{коэффициент усиления ФК};$$

$$x_{t|t} = x_{t|t-1} + K_tv_t - \text{уточненное состояние};$$

$$P_{t|t} = (I - K_tC_t)P_{t|t-1} - \text{ковариация ошибки состояния}.$$

2. Этап прогноза:

$$x_{t+1|t} = F_t x_{t|t} + B_t u_t - \text{прогноз состояния};$$

$$P_{t+1|t} = F_t P_{t|t} F_t^T + Q - \text{ковариация ошибки прогноза состояния}.$$

Математическое моделирование

Математическое моделирование проводилось в среде *Matlab* с помощью решения методом Эйлера замкнутых линеаризованных уравнений бокового возмущенного движения с учетом воздействия ветра. Шаг дискретизации $\Delta t = 0,02$.

За рассматриваемый режим принимается горизонтальный полет на заданной высоте с постоянной скоростью и нулевыми углами атаки и тангажа. В данном случае мы не учитываем влияние вертикального канала. Рули направления и элерона являются измеряемыми величинами и на вход наблюдателя передаются из математической модели.

Проверка наблюдателя производилась при воздействии на систему знакопеременного порыва ветра с амплитудой 10 м/с и интенсивностью нарастания/убывания 2 м/с.

Результаты моделирования представлены на рисунке. Параметры с дополнительным нижним индексом «ф» соответствуют вектору состояния наблюдателя, а без индекса – модели.

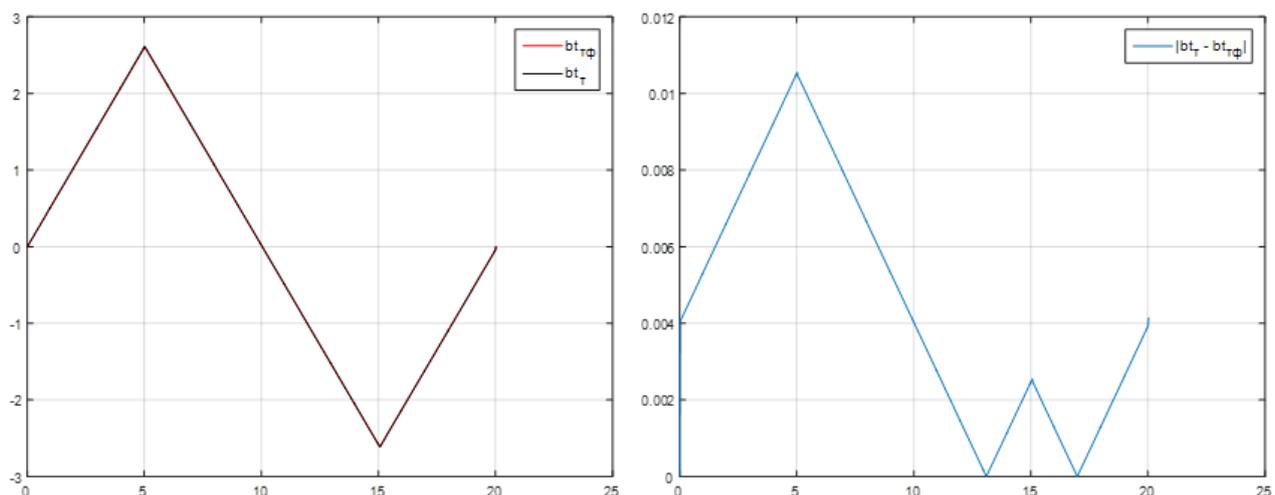


Рис. 1. Углы сноса ветром (слева) и модуль ошибки оценивания (справа), [град]

Выводы

Разработанный алгоритм по результатам математического моделирования обеспечил высокую точность оценки угла сноса ветром. Результаты работы алгоритма будут напрямую зависеть от достоверности априорной информации о БПЛА.

Библиографический список

1. **Колчинский, В.Е.** Автономные доплеровские устройства и системы навигации летательных аппаратов / В.Е. Колчинский, И.А. Мандуровский, М.И. Константиновский. – М.: Сов. радио, 1975. – 432 с.
2. **Ефремов, А.В.** Динамика полета: учебник для студентов высших учебных заведений / А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко, В.Л. Суханов, Ю.Ф. Шелюхин, А.С. Устинов. – М., Машиностроение, 2011. – 776 с.
3. **Ледерман, У.** Справочник по прикладной статистике. 2 том: [пер. с англ. под ред. С.А. Айвазяна и Ю.Н. Тюрина]. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 526 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ УПРУГИХ ПОДВЕСОВ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

М.И. Яковлев¹, А.А. Гаврилов²

¹ Арзамасский политехнический институт (филиал)

ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Арзамас,

² ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА»

Рассмотрен вопрос повышения виброустойчивости кремниевых акселерометров за счет изменение геометрии упругих подвесов чувствительного элемента. Изменения произведены в программе CAE – *AnsysWorkbench* 12.0.1.

Ключевые слова: подвижный узел, упругий подвес, резонансная частота, виброустойчивость.

Одной из актуальных задач современной микромеханики является улучшение динамических характеристик акселерометров. Одним из важных параметров является устойчивость акселерометров к широкополосной случайной вибрации.

Объектом исследования является акселерометр АТ-1104 производства ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА» (г. Арзамас). Задача работы заключалась в повышении виброустойчивости акселерометра за счет исключения резонансных частот в полосе до 2 кГц. Под устойчивостью понимается возможность сохранения работоспособности во время действия вибрации. Частично это задача решается за счет динамической настройки датчика момента обратной связи.

С целью повышения виброустойчивости акселерометров с магнитоэлектрической обратной связью необходимо увеличивать глубину контура обратной

связи (ОС), при этом, чем выше частота второй моды колебаний подвижного узла, тем больше коэффициент ОС можно задать. Для смещения второй резонансной частоты без снижения массы подвижного узла (ПУ) и увеличения изгибной жесткости подвесов необходимо произвести моделирование в среде ANSYS.

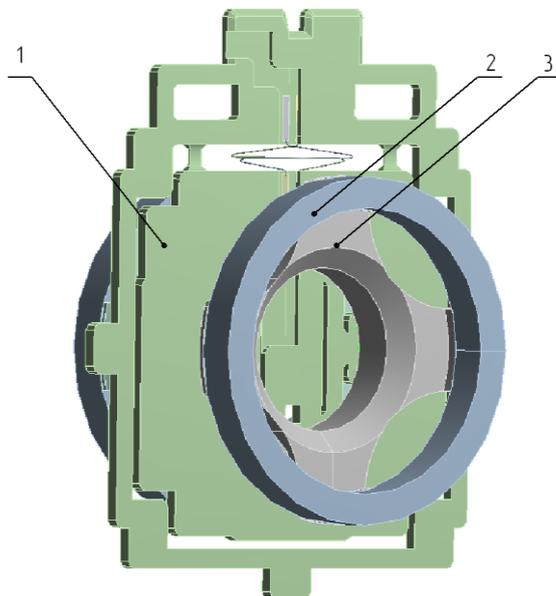


Рис. 1. Подвижный узел

Подвижный узел (рис. 1) состоит из кристаллического элемента 1, к которому приклеены катушки датчика момента обратной связи. Каждая катушка состоит из кронштейна 3 и намотки 2. Модель ПУ была построена по размерам реального образца, с учетом физических свойств материалов, в программе САЕ – *AnsysWorkbench* 12.0.1.

Модель упругого подвеса ПУ представлена на рис. 2.

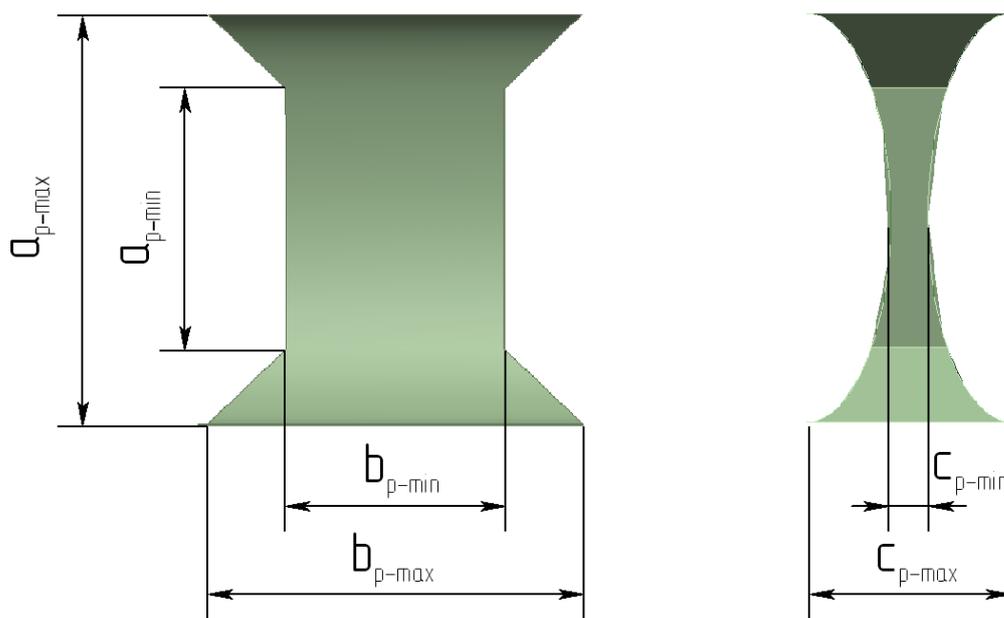


Рис. 2. Модель упругого подвеса

Фактические размеры параметров упругого подвеса (УП) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Фактические размеры параметров упругого подвеса

a_{p-max} , МКМ	a_{p-min} , МКМ	b_{p-max} , МКМ	b_{p-min} , МКМ	c_{p-max} , МКМ	c_{p-min} , МКМ
661	420	600	350	330	60

В качестве параметров упругого подвеса, которые будут подвергаться оптимизации, выбраны следующие:

длина $a_p = a_{p-min}$; ширина $b_p = b_{p-min}$; толщина $c_p = c_{p-min}$.

Параметры a_{p-max} , b_{p-max} , c_{p-max} изменяются пропорционально изменению a_{p-min} , b_{p-min} , c_{p-min} .

Произведен модальный анализ (*Modal*) штатной конструкции подвижного узла для получения его мод и собственных частот колебания.

При первой моде, маятник совершает колебания вокруг оси, проходящей через центр упругих подвесов, работающих в данном случае на изгиб, перпендикулярно боковой грани. На рис. 3 показана первая мода колебания маятника, где O_1 – неподвижная точка, через которую проходит ось, относительно которой колеблется маятник.

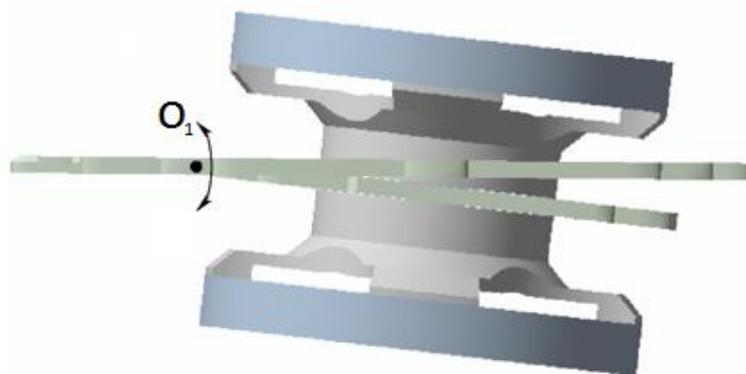


Рис. 3. Первая мода колебания маятника

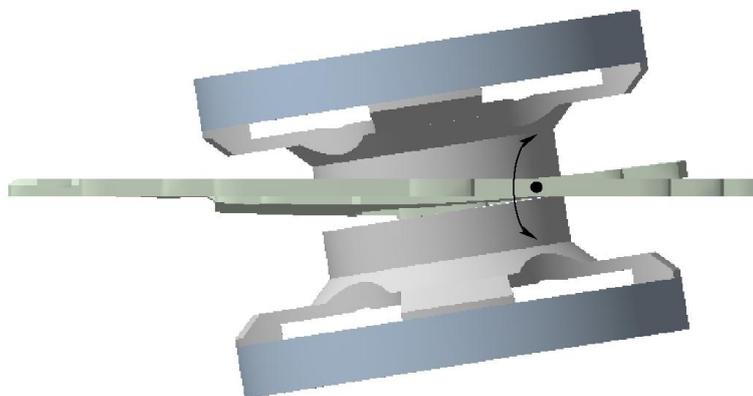


Рис. 4. Вторая мода колебания маятника

При второй моде, маятник совершает колебания вокруг оси, проходящей ниже центра чувствительной массы перпендикулярно его боковой грани. На рис. 4 показана вторая мода колебания маятника, где $O2$ – неподвижная точка, через которую проходит ось, относительно которой колеблется маятник.

В табл. 2 представлены собственные частоты ПУ со штатной конфигурацией упругих подвесов.

Таблица 2

Собственные частоты ПУ со штатной конфигурацией упругих подвесов

Мода	Частота, Гц
1 мода	126,81
2 мода	4548,4

Первая мода колебания устраняется за счет газодинамического и электронного демпфирования, вторая мода не может быть устранена, так как при её детектировании датчиком угла с последующей компенсацией перемещения датчиком момента возникает положительная обратная связь с появлением автоколебаний на этой частоте.

С целью смещения собственной частоты второй моды колебаний в высокочастотную область, можно произвести изменения конфигурации упругих подвесов в двух направлениях:

а) одновременное уменьшение длины и ширины упругих подвесов с сохранением частоты первой моды колебаний.

При помощи встроенной в *Ansys* системы оптимизации – *DirectOptimization* получим результаты, которые представлены в табл. 3.

Таблица 3

Изменение конфигурации упругих подвесов

Мода	Частота, Гц	Изменение частоты, Гц
1 мода	123,5	-3,31
2 мода	4719	+170,6

б) одновременное уменьшение длины и толщины упругих подвесов с сохранением частоты первой моды колебаний.

Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Изменение конфигурации упругих подвесов

Мода	Частота, Гц	Изменение частоты, Гц
1 мода	125,5	-1,31
2 мода	4764	+215,6

Результаты сравнения параметров штатной конструкции ПУ и конструкции с уменьшенной длиной и шириной УП представлены в табл. 5:

$$c_p = 60 \text{ мкм.}$$

Таблица 5

Результаты сравнения параметров штатной конструкции ПУ и конструкции с уменьшенной длиной и шириной УП

Этапы	Длина УП		Ширина УП		Первая мода		Вторая мода	
	a_p , мкм	Δ	b_p , мкм	Δ	f_1 , Гц	Δ	f_3 , Гц	Δ
Исходная конструкция	661	0,0%	350	0,0%	126,8	0,0%	4548	0,0%
Уменьшение длины УП	500	24,4%	350	0,0%	146,7	15,6%	4801	5,6%
Уменьшение ширины УП	500	24,4%	250	28,6%	123,5	-2,6%	4719	3,8%

$$b_p = 350 \text{ мкм.}$$

Результаты сравнения параметров штатной конструкции ПУ и конструкции с уменьшенной длиной и толщиной УП представлены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты сравнения параметров штатной конструкции ПУ и конструкции с уменьшенной длиной и толщиной УП

Этапы	Длина УП		Толщина УП		Первая мода		Вторая мода	
	a_p , мкм	Δ	c_p , мкм	Δ	f_1 , Гц	Δ	f_3 , Гц	Δ
Исходная конструкция	661	0,0%	60	0,0%	126,8	0,0%	4548	0,0%
Уменьшение длины УП	500	24,4%	60	0,0%	146,7	15,6%	4801	5,6%
Уменьшение толщины УП	500	24,4%	52,5	12,5%	125,5	-1,1%	4764	4,7%

Как в случае с уменьшением длины и ширины, так и длины и толщины УП, происходит смещение собственной частоты 2 моды колебания в высокочастотную область, при сохранении частоты 1 моды.

С учетом результатов моделирования выработана конструкция кристаллического элемента с измененной геометрией подвеса: общая длина уменьшена на 200 мкм, толщина – на 10 мкм.

Проведенное исследование показало, что за счет изменения геометрии упругих подвесов возможна корректировка резонансных частот, что дает возможность исключить паразитные резонансы в рабочей полосе частот до 2 кГц. Это позволяет увеличить коэффициент обратной связи и, тем самым, повысить виброустойчивость акселерометра. Качественно данный способ повышения виброустойчивости может быть использован при проектировании маятниковых акселерометров с отрицательной обратной связью.

Библиографический список

1. **Мирошников, М.А.** Состояние разработок и применение акселерометров для ИНС за рубежом / М.А. Мирошников. – М.: ГОНТИ, 1990. – 48 с.
2. **Вавилов, В.Д.** Интегральные датчики / В.Д. Вавилов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2003. – 503 с.