



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**

Россия, 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64  
Тел. +7 (499) 155-03-71, факс +7 (499) 151-89-65, <http://www.madi.ru>, e-mail: [info@madi.ru](mailto:info@madi.ru)

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор МАДИ

(направление по научной работе)  
доктор технических наук, профессор



**Жанказиев Султан Владимирович**

«12» января 2018 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертационной работы Хариновой Юлии Юрьевны, выполненной на тему: «Методика прогнозирования и качества изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки» и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)»

В современных конструкциях корпусов и элементов двигателей ракет и других летательных аппаратов широкое применение находят высокопрочные конструкционные материалы - композиционные материалы, в частности, стеклопластики, благодаря своим свойствам. Объем производства стекловолокна, используемого при производстве стеклопластиков, применяемых взамен высокопрочных сталей, титановых и алюминиевых сплавов в народном хозяйстве и в Вооруженных Силах Российской Федерации, в России по официальным данным Росстата вырос за последние 7 лет более, чем в 2 раза. Высокий спрос на стеклопластики объясняется рядом их важных преимуществ перед традиционными высокопрочными конструкционными материалами, позволяющими: значительно сокращать массу изделий, изготавливать конструкции переменной прочности пропорционально действующим нагрузкам, упрощать изготовление корпусов ракетных двигателей за счет автоматизации намотки стекловолокна и формирования оболочек корпусов ракет.

Метод намотки позволяет обеспечивать высокие показатели прочности и жесткости изделия за счет ориентации армирующего стекловолокна в направлении действующих усилий, а также постоянство свойств у изделий во всех направлениях. Однако, одним из недостатков, которые сдерживают использование стеклопластиков в ракетном двигателестроении, равно как и в других областях военной техники является сокращение их срока службы и ухудшение показателей прочности в связи с низким качеством их производства.

Зависимость стоимости производства и эксплуатации изделий из стеклопластика от качества процесса намотки затрудняет создание стеклопластиковых оболочек, отвечающих современным требованиям по надежности, а также препятствует быстрому совершенствованию технико-экономических показателей и увеличению объема производства. Для снижения этой зависимости применяются методы математического моделирования процессов изготовления стеклопластиковой продукции с целью прогнозирования качественных показателей готовых изделий, функционирование которых основано на методах математической статистики и регрессионного анализа, поэтому актуальной научной задачей является обоснование и разработка научно-методического аппарата прогнозирования качества изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки, применение которого обеспечивает повышение точности таких методов путем выявления чувствительных входных управляемых показателей, влияющих на качество готовой продукции, а также учета возникновения внештатных ситуаций.

Диссертационная работа Хариновой Ю.Ю. посвящена обоснованию и разработке моделей и алгоритмов интеллектуальной поддержки оперативного прогнозирования качества изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки, учитывающая вероятность возникновения проблемных ситуаций и более 150 параметров, влияющих на качество готовой оболочки, и позволяющая выявлять чувствительные управляющие параметры, при помощи которых можно варьировать состояние технической системы «Изготовление стеклопластиковой оболочки методом намотки», обеспечивая при этом требуемые свойства стеклопластиковых оболочек.

**Рассматриваемая тема диссертационной работы и решенная научная задача исследований актуальны.** Обоснована и разработана методика интеллектуального мониторинга и прогнозирования качества изготовления стеклопластиковых изделий, применяемых в ракетной технике. Использование данной методики при изготовлении изделий из стеклопластиков позволяет сократить затраты при производстве, транспортировке и эксплуатации и, как следствие, повысить экономичность и непрерывность производства стеклопластиковых оболочек.

Основными научными результатами диссертации являются: методика прогнозирования качества изготовления стеклопластиковых оболочек, основанная на выявлении и количественной оценке критических ситуаций; математическая модель ранжирования критериальных показателей; критериальные показатели оптимизации параметров функционирования технической системы «Изготовление стеклопластиковой оболочки методом намотки» и ее управляющие параметры; выражения 73-х критериальных показателей и двух обобщенных минимаксных критериев, позволяющих оптимизировать технологические режимы для получения оболочки с удовлетворительным качеством одновременно по всем свойствам; результаты моделирования процесса изготовления стеклопластиковой оболочки и их использование в производстве.

**Научная новизна и значимость для науки проведенных автором исследований и полученных им результатов заключается в следующем:**

на основе принципов системного анализа, математической статистики, принципов восстановления зависимостей автором обоснована и разработана новая методика интеллектуального прогнозирования качества процесса изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки и управления производством;

в ходе решения задачи исследования сложной технической системы интеллектуальной поддержки управления процессом изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки были разработаны критериальные показатели оптимизации параметров технической системы «Изготовление стеклопластиковой оболочки методом намотки» и найдены управляющие параметры, позволяющие варьировать состояние системы, обеспечивая при этом требуемые показатели качества стеклопластиковых оболочек;

в результате математического моделирования процесса изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки определены структурная и функциональная схемы технической системы «Изготовление стеклопластиковой оболочки методом намотки», выявлены связи между элементами и найден набор параметров, характеризующих их состояние, построен алгоритм прогнозирования качества изготовления стеклопластиковых оболочек на основе теории критических состояний и математической модели;

разработаны 73 новых частных критериальных показателя, представляющих собой специальные функции состояния (показатели критичности), которые в совокупности составляют два обобщенных минимаксных показателя (интегрированный и качественный), применение которых позволяет свести многокритериальную задачу прогнозирования качества процесса производства стеклопластиковых оболочек к однокритериальной и учесть более 150-ти различных по физической природе параметров;

разработаны новые математические модели намотки, которые являются основой методики прогнозирования качества процесса изготовления стеклопластиковых оболочек и средством интеллектуальной поддержки принятий управленческих решений при производстве.

**Практическая ценность диссертационной работы, исходя из ее автореферата,** состоит в том, что применение разработанной автором методики прогнозирования качества изделий из стеклопластика, изготавливаемых методом намотки, позволяет сократить количество бракованных изделий на 20 % и более чем на 40 % сократить продолжительность отработки новых композиционных изделий, а также адаптировать процесс изготовления к изменяющимся условиям производства. Разработанная математическая модель является инструментом интеллектуальной поддержки управления производством качественных оболочек из стеклопластика.

**Теоретическая значимость полученных научных результатов** состоит в том, что разработанные математические модели и алгоритмы позволяют определить функциональную зависимость между интегральными показателями процесса производства стеклопластиковых оболочек методом намотки на определенном этапе и управляющими параметрами, позволяющими изменять состояние системы, а также связь этих параметров с критериями оптимизации технической системы «Изготовление стеклопластиковой оболочки методом намотки», между показателями количественных оценок приближения к критическим ситуациям на каждом этапе изготовления оболочек и параметрами, определяющими свойства сырья и оборудования.

**Научная новизна и практическая значимость исследований подтверждаются реализацией научных результатов** в учебном процессе ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова» кафедры «Ракетостроение» при изучении дисциплин «Теплозащитные покрытия», «Материаловедение», «Изготовление деталей и узлов летательных аппаратов», «Производство летательных аппаратов», «Составление технологических процессов и подбор оборудования», «Теория поиска и принятия решений». Автор рекомендует применять результаты диссертационной работы для разработки компьютерного программного комплекса для удобства использования.

**Обоснованность принятых основных допущений и предпосылок не ставит под сомнение достоверность всех разработанных лично автором в рамках диссертационной работы научных положений, выводов, заключений и рекомендаций,** и обеспечивается: правильностью постановки цели и задач исследования; корректностью принятых допущений; правильным использованием известного апробированного математического аппарата теории систем и системного анализа, оптимизации и математической статистики, методов восстановления зависимостей термодинамики, механики, материаловедения и проектирования летательных аппаратов; экспе-

риментальным подтверждением обоснованности использования разработанной математической модели и алгоритма; согласованностью с подтвержденными данными, приведенными в известной научно-технической литературе; непротиворечивостью полученных результатов по управлению качеством процесса производства стеклопластиковых оболочек при использовании разработанных автором моделей и алгоритмов и при использовании уже известных апробированных моделей, применяемых в настоящее время в процессе производства.

В целом диссертационная работа, судя по автореферату, характеризуется грамотной постановкой цели и задач исследований, правильным выбором последовательности решения частных задач исследований, строгостью использования математического аппарата, а также положений теории систем и системного анализа, оптимизации и математической статистики, теории вероятностей, методов математического моделирования.

**Выводы являются обоснованными, носят содержательный характер и логически вытекают из результатов проведенных исследований.**

Вместе с тем диссертация имеет ряд недостатков:

1. Из автореферата диссертации не ясно, каковы должны быть объемы производства стеклопластиковых оболочек, чтобы внедрение разработанных моделей и алгоритмов прогнозирования качества изготовления стеклопластиковых оболочек, было экономически выгодным, а также не приведены стоимостные оценки затрат, необходимых для создания и применения на практике предлагаемой методики.

2. Из автореферата не ясно, разработаны ли в диссертации алгоритмы, модели и результаты применения методики при адаптации процесса изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки к изменяющимся условиям производства, а также не ясно, может ли данная методика применяться для других методов изготовления стеклопластиков и композиционных материалов, что может снижать уровень практической значимости полученных в работе результатов.

3. В диссертационной работе, судя по автореферату, не приведены сведения о результатах количественной оценки погрешностей определения и регулирования параметров технической системы, позволяющих управлять ее состоянием, и не учтено влияние этих погрешностей на точность алгоритма прогнозирования качества при производстве стеклопластиковых оболочек, что может влиять на достоверность полученных результатов исследования.

4. В автореферате не содержатся сведения о величинах долей бракованных изделий при изготовлении стеклопластиковых оболочек без применения разработанной методики прогнозирования или с применением других известных методик, а также о времени отработки, что может снижать уровень достоверности полученных результатов.

Однако, перечисленные недостатки не снижают уровень научной новизны,

практической и теоретической значимости и степени реализации научных результатов и указывают на направления дальнейших исследований.

Содержание автореферата диссертационной работы изложено технически грамотно в научном стиле и показывает высокую квалификацию автора в рассматриваемой предметной области исследований и смежных технических областях.

**Автореферат диссертационной работы по своему содержанию полностью соответствует паспорту специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)».**

**Основные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в 8 научных трудах, общим объемом в 30 стр., из них: в 4-х научных статьях, опубликованных в рецензируемых научных журналах и изданиях по «Перечню...» ВАК при Минобрнауки РФ, в 3-х научных статьях, входящих в базу SCOPUS, а также результаты исследования по главе 3 опубликованы в одном отчете о научно-исследовательской работе.**

**Основные результаты диссертации достаточно полно апробированы на научных семинарах кафедры «Ракетостроение» Воткинского филиала Ижевского государственного технического университета им. М.Т. Калашникова, на XXIX и XL научно-технических конференциях на базе АО «Воткинский завод», на конференции «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке-2013» в г. Воткинск, на XXIII Всероссийской межвузовской научно-технической конференции «Электромеханические и внутрикамерные процессы в энергетических установках, струйная акустика и диагностика, приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» в 2011 г. в г. Казани, на Международной конференции «Авиация и космонавтика – 2012» в 2012 г. в г. Москва, на II Межрегиональной научно-практической конференции «Социально-экономическое развитие моногородов: традиции и инновации» в 2016 г. в г. Воткинск.**

**Научные результаты диссертационной работы в дальнейшем могут быть использованы в при совершенствовании методов повышения качества и времени изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки в ОАО «Корпорация «МИТ», в производственных процессах в АО «Воткинский завод», а также при развитии научно-методического аппарата обоснования принятия решений при управлении качеством производства стеклопластиковых оболочек методом намотки.**

**ВЫВОДЫ:** диссертационная работа Хариновой Юлии Юрьевны является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи обоснования и разработки научно-методического аппарата интеллектуального прогнозирования качества изготовления стеклопластиковых оболочек методом намотки, имеющей важное значение для развития теории прогнозирования качества производства изделий на базе композиционных материалов и обеспечения экономичности их изготовления в народном хозяйстве.

По уровню научной новизны, практической значимости и степени реализации научных результатов диссертационная работа отвечает критериям п. 9-14, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации, Харина Юлия Юрьевна, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Транспортные установки» Конструкторско-механического факультета МАДИ, протокол от «12» января 2018 г. № 20.

**Сова Александр Николаевич**  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой "Транспортные установки",  
телефон: (499) 155-01-45, научная специальность  
20.02.14 «Вооружение и военная техника.  
Комплексы и системы военного назначения»

**Мазлумян Григорий Сергеевич**  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры "Транспортные установки",  
телефон: (499) 155-03-41, научная специальность  
05.07.06 «Наземные комплексы, стартовое  
оборудование, эксплуатация летательных аппаратов»

**Изотова Татьяна Владимировна**  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры "Транспортные установки",  
телефон: (499) 155-03-41, научная специальность  
05.07.06 «Наземные комплексы, стартовое  
оборудование, эксплуатация летательных аппаратов»

Подписи заведующего кафедрой «Транспортные установки» доктора технических наук, профессора Сова А.Н., доцента кафедры «Транспортные установки» кандидата технических наук Изотовой Т.В. заверяю.

Проректор МАДИ  
(направление по научной работе)  
доктор технических наук, профессор



**Жанказиев Султан Владимирович**  
научная специальность 05.22.01  
«Транспортные и транспортно-технологические  
системы страны, ее регионов и городов»