

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.307.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 23 апреля 2026 г. № 289

О присуждении **Султановой Альбине Руслановне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технология обработки отверстий в смешанных пакетах при сборке крупногабаритных узлов на модульном оборудовании» по специальности 2.5.6. Технология машиностроения принята к защите 12 февраля 2026 г. (протокол заседания № 117) диссертационным советом 24.2.307.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83 (Приказ от 02.11.2012 № 714/нк о создании совета, приказ от 24.03.2021 № 256/нк о возобновлении работы совета).

Соискатель **Султанова Альбина Руслановна**, 04 мая 1988 года рождения.

В 2012 году Султанова Альбина Руслановна окончила Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» по специальности «Конструирование и производство

изделий из композиционных материалов» с присвоением квалификации инженера-механика, освоила программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение», направленности «Технология машиностроения» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», год окончания обучения в аспирантуре – 2022, работает в Отделении технологического развития производства в должности начальника отдела агрегатной и финальной сборки летательных аппаратов в АО «Уральский завод гражданской авиации».

Диссертация выполнена на кафедре «Технология и оборудование машиностроительных производств» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, **Громашев Андрей Геннадьевич**, АО «АэроКомпозит», главный технолог.

Официальные оппоненты:

**Вермель Владимир Дмитриевич**, доктор технических наук, Заслуженный машиностроитель РФ, федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», научно-технический центр научно-производственного комплекса, начальник, (г. Жуковский, Московская область),

**Илюшкин Максим Валерьевич**, кандидат технических наук, АО «Ульяновский научно-исследовательский институт авиационной технологии и организации производства» (АО «Ульяновский НИАТ»), заместитель генерального директора по науке (г. Ульяновск) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ»), г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном Халиулиным Валентином Илдаровичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры производства летательных аппаратов и Батраковым Владимиром Владимировичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой производства летательных аппаратов и утвержденном Бабушкиным Виталием Михайловичем, доктором технических наук, доцентом, заместителем проректора по научной деятельности и цифровизации «КНИТУ-КАИ» указала, что диссертационная работа Султановой Альбины Руслановны является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности образования точных отверстий за один-два перехода в крупногабаритных узлах со смешанными пакетами. По своему содержанию, научной новизне, практической значимости и уровню выполнения диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных журналах из Перечня изданий, рекомендованных ВАК РФ, опубликовано 2 статьи, 1 публикация – в международном издании, включенном в международную реферативную данных Scopus; имеется 2 патента РФ на изобретение. Авторский вклад соискателя в научные публикации заключается в проработке известных теоретических и практических опубликованных данных по тематике диссертации, обработке результатов

эксперимента, оформлении и подготовке материалов к публикации; вклад составляет 67 %. Объем научных статей – 6,87 печатных листа.

В опубликованных работах представлены результаты исследований по повышению эффективности процесса сборки и качества изделий за счет технологии обработки отверстий, а также точного позиционирования деталей с условием разборки пакета и возвратным точным положением собираемых деталей. Предлагается при сборке крупногабаритных узлов на модульном оборудовании обрабатывать отверстия в смешанных пакетах с помощью автоматизированной сверлильной машины. В публикациях рассматривается взаимосвязь технологических процессов обработки точных отверстий за один-два перехода и автоматизированного позиционирования деталей с требованиями условий разборки пакета и последующего точного позиционирования собираемых деталей при выполнении сборки крупногабаритных конструкций со смешанными пакетами на модульном оборудовании. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значительные работы:

1. **Султанова, А. Р.** Исследование качества герметизации конструкций с деталями из полимерных композиционных материалов при сборке и установке крепежа по неотвержденному внутришовному герметику / **А. Р. Султанова**, А. А. Сафронов, А. Г. Громашев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2019. – Т. 23, № 5(148). – С. 884-894.

2. **Sultanova A. R.** Machining of holes in a large hybrid structure during its assembly using modular equipment/ A. G. Gromashev, **A. R. Sultanova** // iPolytech Journal. – 2025. – Vol. 29, No. 4. – P. 438-452.

3. **Sultanova A. R.** A study of cutting forces when drilling CFRP/Ti stacks / Y. N. Ivanov, N. S. Chashhin, **A. R. Sultanova** // Journal of Physics: Conference Series, Moscow, – Moscow, 2021. – P. 012035.

4. Патент № 2749432 С1 Российская Федерация, МПК В64F 5/10, В25В 11/02, В64С 1/26. Способ модульной сборки стыковой нервюры самолета для соединения консолей крыла с центропланом и устройство для осуществления способа: № 2020100086: заявл. 10.01.2020: опубл. 10.06.2021 / А. Г. Громашев, А. И. Гайданский, **А. Р. Султанова** [и др.]; заявитель Акционерное общество «АэроКомпозит».

5. Патент № 2774870 С1 Российская Федерация, МПК В64F 5/00, В64F 5/10, В23Р 21/00. Способ модульной сборки кессона консоли крыла самолета с деталями из углеродных полимерных композиционных материалов и металлов и сборочная линия с устройствами для осуществления способа: № 2021127387: заявл. 17.09.2021: опубл. 23.06.2022 / А. Г. Громашев, А. И. Гайданский, **А. Р. Султанова** [и др.]; заявитель Акционерное общество «АэроКомпозит».

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**1. Ведущая организация ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань.**

*Замечания:* 1) В работе недостаточно подробно рассмотрены вопросы влияния износа инструмента на качество обработки отверстий. 2) Требуется более подробное рассмотрение влияния жесткости технологической системы на показатели качества обработки. 3) В отдельных разделах диссертации целесообразно привести более подробное описание методики проведения экспериментов. 4) Недостаточно подробно рассмотрены вопросы экономической эффективности предлагаемых решений. 5) Отсутствует более детальный анализ сравнительной эффективности разработанных технологических решений. 6) При проведении эксперимента подбирались только режимы обработки: частота вращения и скорость подачи инструмента, но не рассмотрено влияние угла при вершине сверла. Для различных материалов угол при вершине сверла может варьироваться в достаточно широком диапазоне – от 60 до 140 градусов. 7) В работе не приводится обоснования выбора установки 50% технологического крепежа для получения заданной точности отверстий.

**2. Официальный оппонент Вермель Владимир Дмитриевич**, доктор технических наук, Заслуженный машиностроитель РФ, федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», научно-технический центр научно-производственного комплекса, начальник, г. Жуковский. *Замечания:* 1) В работе исследовано влияние технологических параметров сверления на повреждаемость кромок отверстий в слоях из ПКМ для инструмента с определенной геометрической формой режущей части. Однако, на повреждаемость кромок также определяющее влияние оказывает упрочняющее покрытие режущей части, которое А.Р. Султановой не рассматривалось. 2) При обработке ПКМ характерен абразивный износ инструмента, ограничивающий срок его службы, что сокращает в свою очередь сроки стабильности технологического процесса. Влияние данного фактора на время гарантированной обработки отверстий до смены инструмента, в работе не рассмотрены. 3) Отсутствуют пояснения к принятым качеству и показателям качества отверстий в слоях ПКМ в металлокомпозитных пакетах, тогда как они непосредственно влияют на долговечность соединений, а также компенсационный дополнительный объем материала, необходимый в конструкции. 4) В тексте работы неоднократно упоминается повышение производительности модульной сборки за счет введения автоматизации и сокращения переходов при изготовлении отверстий. Однако, по-видимому, в связи с инновационностью процесса оценка повышения не приводится.

**3. Официальный оппонент Илюшкин Максим Валерьевич**, кандидат технических наук, АО «Ульяновский НИАТ», заместитель генерального директора по науке, г. Ульяновск. *Замечания:* 1) В работе представляется целесообразным более подробно рассмотреть влияние динамических нагрузок, возникающих в процессе обработки, на формирование геометрических параметров отверстий. 2) Желательно было бы привести дополнительные данные, характеризующие влияние условий эксплуатации инструмента на

стабильность технологического процесса. 3) Представляется полезным расширить анализ влияния параметров обработки на долговечность режущего инструмента.

### **Отзывы на автореферат:**

**1. Тамадаев Вячеслав Гаранович**, кандидат технических наук, доцент федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», доцент кафедры «Технология машиностроения», г. Новочеркасск. *Замечания:* 1) В диссертации не раскрыт вопрос стойкости режущего инструмента, то есть не выявлено количество отверстий, после разделки которых их качество перестает удовлетворять требованиям конструкторской документации.

**2. Дударев Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Авиационные двигатели» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ), г. Пермь. *Замечания:* 1) Из автореферата не ясно при решении проверочной (обратной) задачи во 2 Главе по методу «максимума-минимума», по какому из 4 известных способов (-способ отклонений; -способ предельных значений; -способ средних значений; -способ координат допусков) решена задача. 2) Не совсем понятно деление на метровые подзоны для обеспечения жесткости и точности позиционирования отверстий – подкреплено ли это техническое решение расчетом? И недостаточно подробно описана практическая реализация этого деления на подзоны – это разделение условно принято для размерного анализа и базирования или предлагается физически вводить дополнительные опоры, участвующие в перебазировании?

**3. Комаров Валерий Андреевич**, доктор технических наук, профессор, директор научно-образовательного центра авиационных конструкций (НОЦ-202) кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов федерального государственного автономного образовательного

учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва»; **Вашуков Юрий Александрович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара. *Замечания:* 1) В эксперименте рассматриваются сверления пакетов с разнообразными материалами в различном порядке чередования (таблица 2). Указанные материалы – алюминиевые сплавы, титан и ПКМ – имеют существенно различные коэффициенты температурного линейного расширения, которые могут вызывать коробление тонкостенных деталей, и, по-видимому, сверление и сборка должны проводиться при определённой температуре. Однако этот фактор в работе не упоминается. 2) Результаты обширных измерений фактических отклонений размеров обработанных отверстий с различной физической природой даны только в графическом виде (рисунки 10-16) и, по-видимому, не были подвергнуты статистической обработке, например, в виде вычисления коэффициента вариации, который дал бы дополнительную научно-обоснованную информацию по уровню стабильности предлагаемых технологий.

**4. Петров Марк Григорьевич**, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отделения 6 федерального автономного учреждения «Сибирский научно-исследовательский институт авиации имени С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск. *Замечания:* 1) Зенковка отверстий со стороны слоя из ПКМ, если такое предполагается, приводит к значительному сокращению ресурса конструкции. Волокна в композите не должны перерезаться. Наш эксперимент показывает, что при испытании панели на сжатие разрушение происходит в этом случае по ряду зенкованных отверстий, а при действии знакопеременных напряжений это приводит к быстрому расслоению и разрушению слоя со стороны зенковки.

Но этот вопрос, конечно, касается конструкторов и специалистов по прочности. Внутри пакета сверление отверстий в композите ещё допустимо, так как стяжка пакета обеспечивает зажатие слоя ПКМ по контуру отверстия. Крепеж же наружного слоя ПКМ выполняется через втулки, встроенные в силовую схему армирования композита с соблюдением условий непрерывной намотки/укладки.

5. **Давыдов Андрей Александрович**, кандидат технических наук, доцент, заместитель технического директора акционерного общества «Смоленский авиационный завод», г. Смоленск. *Замечания:* 1) При сверлении деталей из ПКМ необходимо применять подложку. Из текста диссертации не ясно, каким образом реализовано указанное требование при сверлении с помощью автоматизированной сверлильной машины с ЧПУ пакетов, где последним является слой из ПКМ. 2) Описанная технология рекомендована для сборки крупногабаритных узлов авиационных конструкций. Из текста диссертации не ясно, насколько применим описанный в диссертации способ обработки отверстий для конструкций меньших размеров.

6. **Зиннатуллин Артур Венерович**, технический директор Казанского авиационного завода им. С.П. Горбунова – филиал АО «Туполев»; **Кириченко Вячеслав Владимирович**, начальник производства цехов подготовки производства Казанского авиационного завода им. С.П. Горбунова – филиал АО «Туполев»; **Лёвин Андрей Васильевич**, начальник производства подготовки Казанского авиационного завода им. С.П. Горбунова – филиал АО «Туполев»; **Комкова Мария Андреевна** кандидат технических наук, начальник отдела технического обеспечения производства Казанского авиационного завода им. С.П. Горбунова – филиал АО «Туполев», г. Казань. *Замечания:* 1) Отсутствует обоснование выбора расположения базовых отверстий для привязки в рамках одной зоны.

7. **Чигиринский Юлий Львович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград. *Замечания:* 1) Следовало бы явно выделить в автореферате отдельными рубриками объект и предмет исследования; отметим, что формулировки цели, задач (стр. 3..4) и защищаемых положений (стр. 6) вполне позволяют четко определить эти «паспортные характеристики» работы. 2) По тексту автореферата не прослеживается чёткое разделение результатов, полученных лично автором, и результатов, полученных в соавторстве. 3) В автореферате недостаточно подробно описана (стр. 15) методика выбора количества технологического крепежа (50 %). Остается неясным, чем обосновано не интервальное (например, 40..60 %), а строго детерминированное значение, и от какого номинального количества рассчитаны эти 50 %.

**8. Нарышкин Виталий Юрьевич**, главный конструктор МС-21 ПАО «Яковлев», г. Москва. *Замечания:* 1) Недостаточно обоснован выбор режущего инструмента. 2) Не совсем ясно, на основании чего было выбрано СОТС. 3) Не указаны критерии износа инструмента. 4) Технология модульной сборки требует более глубокого понимания построения метрологической концепции разработки каждого модуля, мобильной сборочной рамы и станции окончательной сборки. Должны быть указаны способы базирования и допуски в системе координат самолета, с указанием методики вскрытия базовых отверстий.

**9. Котельников Александр Иванович**, заместитель главного технолога – начальник отдела клепально-сборочных работ филиала ПАО «Яковлев» – Иркутский авиационный завод, г. Иркутск. *Замечания:* 1) Полученные автором параметры режимов резания имеют ограниченную сферу применения, так как при изменении условий обработки, а именно выбор другой модели сверлильной машины или использование в составе пакета других материалов, необходимо проводить повторные исследования. 2) Осталось не ясным, можно ли использовать одни и те же базовые отверстия для разных зон кессона крыла, если этот кессон собирается

модульным методом сборки. 3) Недостаточно ясно, как модульный метод сборки соотносится с известными в самолётостроении способами сборки от обшивки, от каркаса и другими.

**10. Лаптева Марина Юрьевна**, кандидат технических наук, заместитель генерального директора АО «Институт новых углеродных материалов и технологий» (АО «ИНУМиТ»), г. Москва. *Замечания:* 1) В автореферате недостаточно подробно рассмотрены вопросы влияния длительной эксплуатации режущего инструмента на стабильность технологического процесса обработки отверстий. Более детальное рассмотрение данного вопроса позволило бы повысить практическую значимость полученных результатов.

**11. Блинков Олег Геннадьевич**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии машиностроения, станки и инструменты» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург. *Замечания:* 1) В автореферате недостаточно подробно освещены вопросы, связанные с влиянием режимов резания на формирование шероховатости поверхности отверстий при обработке различных сочетаний материалов.

**12. Леонов Сергей Леонидович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии машиностроения» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул. *Замечания:* 1) Из автореферата непонятно, как выполнено деление на зоны длинномерных нервюр, приведенное в таблице 3 и заявленное в заключении. 2) Также непонятно, какие конкретно размерные цепи рассчитывались при выполнении работы? 3) Заявленные в задачах и заключении режимы резания в автореферате не приведены. 4) Имеется небольшое количество опечаток: номера рисунков 9 указаны 2 раза, а рисунка 12 нет.

### **Все отзывы положительные.**

В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость полученных результатов исследования.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими исследованиями в области оценки производственной технологичности конструкции изделия, способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы, наличием научных разработок, публикаций в близкой области исследований, а также отсутствием совместных проектов, печатных работ.

В качестве примера публикаций, близких к тематике работы соискателя, можно привести следующие работы:

1. Структура базового алгоритмического и программного обеспечения восстановления трехмерного цифрового представления агрегатов с аэродинамической профилировкой по результатам координатных измерений / В. Д. Вермель, В. Ф. Забалуев, В. В. Зиняев, П. М. Николаев // Авиационная промышленность. – 2025. – № 1. – С. 51-56.

2. Выполнение требований к точности и качеству обводообразующих поверхностей агрегатов аэродинамических моделей летательных аппаратов, изготавливаемых в автоматизированных производственных технологиях / В. Д. Вермель, А. Н. Казиминова, В. В. Зиняев [и др.] // Автоматизация в промышленности. – 2024. – № 4. – С. 30-36.

3. Численное моделирование процесса прерывистого резания с использованием ПО LS-Dyna / О. И. Морозов, М. В. Илюшкин, В. П. Табаков, А. В. Лукин // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2024. – № 2(106). – С. 32-36.

4. Компьютерное моделирование процесса сверления сложных пакетов титанового сплава и композиционного материала с использованием цифровых

двойников / Е. С. Киселев, М. В. Илюшкин // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2023. – № 8(146). – С. 3-11.

5. Исследование несущей способности композитных конструкций в зоне отверстия при различных схемах армирования / Д. Ю. Константинов, В. И. Халиулин, В. В. Батраков, Р. Ю. Петрушенко // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2024. – № 1. – С. 154-163.

6. Влияние вибраций на точность измерений с помощью лазерных координатно-измерительных систем в производственных условиях / П. Л. Людоговский, В. Л. Федяев, М.А. Комкова // Известия вузов. Авиационная техника. – 2022. – № 2. – С. 146-154.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** технологические рекомендации по сборке крупногабаритных узлов на модульном оборудовании, позволяющие повысить точность обработки отверстий в смешанных пакетах (ПКМ + металлические сплавы) при сборке этих узлов с расширением границ применимости полученных результатов до выполнения точных отверстий за один-два перехода на автоматизированном оборудовании с ЧПУ с последующей разборкой собираемого пакета и возвратным точным позиционированием собираемых деталей смешанного пакета для постановки окончательного крепежа в герметизируемые пакеты;

**предложена** методика привязки автоматизированной сверлильной машины с ЧПУ к собираемой конструкции в виде зон с набором базовых точек и разработан метод определения предельных отклонений геометрического положения базовых точек для привязки оборудования к собираемой конструкции при модульной сборке агрегатов;

**доказана** перспективность использования технологии сборки крупногабаритных узлов на модульном оборудовании с выполнением отверстий с заданной точностью с последующей разборкой и обратным точным позиционированием деталей пакета.

**введены** новые понятия «метод модульной сборки крупногабаритных узлов со смешанными пакетами деталей», «зоны обработки отверстий с набором базовых точек для привязки автоматизированной сверлильной машины с ЧПУ».

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказано** научное положение о взаимосвязи технологических процессов обработки точных отверстий за один-два перехода на автоматизированной сверлильной машины с ЧПУ и автоматизированного позиционирования деталей и сборочных единиц с условиями разборки пакета и последующего точного позиционирования собираемых деталей при сборке крупногабаритных узлов со смешанными пакетами на модульном оборудовании,

**применительно к проблематике диссертации результативно использован** аппарат теории размерных цепей (метод «максимума-минимума») для расчёта предельных отклонений геометрического положения базовых точек, необходимых для привязки автоматизированной сверлильной машины с ЧПУ, и для расчёта предельных отклонений положения обработанных отверстий при разборке пакета и обратном точном позиционировании;

**изложены** этапы обеспечения точности выполнения отверстий в смешанных пакетах при сборке крупногабаритных узлов на модульном оборудовании и факторы, влияющие на предельные отклонения геометрического положения базовых точек на привязку автоматизированной сверлильной машины с ЧПУ к конструкции собираемого узла;

**раскрыта** проблема обеспечения плотности сжатия пакета, содержащего крупногабаритные детали из композиционного материала и детали из металлических сплавов, а также проблема обеспечения точности геометрического положения отверстий в длинномерных деталях;

**изучены** причинно-следственные связи между параметрами режимов резания, количества технологического крепежа, величины зоны привязки и качеством окончательных отверстий, а также точностью их геометрического положения; **проведена модернизация** существующих методик расчета размерных цепей применительно к условиям модульной сборки крупногабаритных узлов со смешанными пакетами.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработана и внедрены** в реальном агрегатно-сборочном производстве АО «АэроКомпозит-Ульяновск» в условиях модульной сборки реальной конструкции крупногабаритных узлов со смешанными пакетами технология выполнения механических соединений в кессоне крыла гражданского самолета, включая технологию обработки отверстий в смешанных пакетах с помощью автоматизированной сверлильной машины с ЧПУ, что подтверждено актом использования результатов диссертации;

**определены** режимы резания, позволяющие выполнять отверстия в смешанных пакетах за минимальное количество переходов, количество технологического крепежа, которое бы обеспечивало плотность сжатия пакета в крупногабаритной конструкции при обработке отверстий на автоматизированных сверлильных машинах с ЧПУ; габаритный размер зоны обработки отверстий, необходимый для обеспечения заданной точности.

**созданы** технологические рекомендации по процессу сборки крупногабаритных конструкциях со смешанными пакетами на модульном оборудовании, которые обеспечивают повышение эффективности процесса сборки и качества изделий за счет технологии обработки отверстий, а также точного позиционирования крупногабаритных деталей с условием разборки пакета и возвратным точным сборочным положением;

**представлены** предложения по развитию процесса сборки и выполнения точных отверстий на основе проведенных экспериментальных исследований, подтверждающие, что при соблюдении рекомендованных режимов резания,

установке 50% технологического крепежа, делении длинномерных деталей на подзоны не более 1 м и привязке с помощью базовых точек можно достичь точности отверстий по Н9, шероховатости Ra 1,6 мкм в металлическом слое и точности геометрического положения отверстий 0,5 мм.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты исследований подтверждаются использованием современного высокоточного сертифицированного оборудования, откалиброванного по эталонам: лазерный трекер, нутромеры микрометрические трехточечные, а также контактный и оптический профилометры; обработка экспериментальных данных проведена с привлечением современных статистических и компьютерных вычислительных методов;

**теория** построена на научных основах технологии машиностроения, теории размерных цепей, математической статистики и теории планирования эксперимента, что обеспечивает обоснованность полученных теоретических зависимостей и выводов;

**идея базируется** на обобщении и анализе передового опыта работ российских и зарубежных исследователей в области обработки отверстий в смешанных пакетах, содержащих композиционные материалы и металлы, и в области сборки и собираемости крупногабаритных конструкций с применением автоматизированного специализированного сборочного оборудования, в том числе модульного оборудования;

**использованы** данные по обработке отверстий в смешанных пакетах, полученные ранее другими исследователями, проведено их сравнение с полученными автором экспериментальными результатами для продолжения исследований и поиска путей повышения эффективности обработки точных отверстий;

**установлено** качественное совпадение авторских результатов исследования с результатами, представленными в научной литературе по данной тематике;

**использованы** современные методики сбора и обработки информации, включая специализированное метрологическое программное обеспечение для лазерного трекера, современные методики планирования эксперимента и статистической обработки, а также апробированные методики расчёта размерных цепей.

**Личный вклад соискателя состоит** в формулировке цели и задач диссертационной работы, в непосредственном участии соискателя в разработке и экспериментальной проверке модели технологического процесса автоматизированного точного позиционирования оборудования с ЧПУ с окончательным сверлением отверстий в смешанных металло-композитных пакетах при модульной сборке агрегатов летательных аппаратов, в личном участии соискателя в апробации результатов сборки крупногабаритных узлов, позиционирования деталей смешанных пакетов и выполнения окончательных отверстий. Выносимые на защиту положения, составляющие научную новизну, получены автором лично. Автор данной работы проводил экспериментальные исследования, анализировал и обрабатывал результаты и сформулировал выводы. Кроме того, автор принимал непосредственное участие в разработке технологического процесса сборки крупногабаритных конструкциях со смешанными пакетами на модульном оборудовании промышленных условиях в АО «АэроКомпозит-Ульяновск», а также в подготовке публикаций и получении патентов РФ на изобретения.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания по поводу неполного раскрытия вопросов об износостойкости режущего инструмента и о влиянии данного фактора на качество обрабатываемых отверстий, а также отсутствия обоснования строго детерминированного значения в 50 % для количества технологического крепежа и деления длинномерных нервюр на метровые подзоны без приведения расчетных обоснований.

Соискатель Султанова Альбина Руслановна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и аргументированно объяснила, что основной задачей

исследования являлось обеспечение требуемого качества отверстий и точности их геометрического положения с условием разборки пакета и обратным точным позиционированием. Эксперимент строился таким образом, чтобы обеспечить стабильное качество отверстий без выхода инструмента в область интенсивного износа. Количественная оценка стойкости инструмента может рассматриваться как направление дальнейших исследований.

Также соискатель дала объяснение, что количество технологического крепежа в 50 % было определено сугубо экспериментальным путем после последовательной проверки рекомендаций в 10 % и 30 %, которые не обеспечили требуемой плотности сжатия смешанного пакета и, как следствие, вели к появлению дефектов отверстий.

Соискатель Султанова А. Р. подробно и аргументированно объяснила, что разбивка длинномерных деталей на подзоны длиной не более 1 м обусловлена технологической необходимостью локализации погрешностей привязки автоматизированной сверлильной машины и основана на результатах собственных измерений, показавших, что при превышении этой длины точность геометрического положения обработанных отверстий выходит за допустимый предел в 0,5 мм.

Диссертационный совет считает, что диссертация Султановой А. Р. на соискание учёной степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой решены вопросы обеспечения собираемости герметичных конструкций из крупногабаритных деталей и сборочных единиц из пакетов на основе композиционных материалов и металлических сплавов при сборке на модульном оборудовании.

На заседании 23 апреля 2026 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технологические разработки, направленные на решение проблем повышения эффективности процесса сборки и качества изделий за счет технологии обработки отверстий, а также точного позиционирования деталей с условием разборки пакета и возвратным точным положением собираемых деталей, что имеет существенное значение для

развития машиностроительной отрасли страны, присудить Султановой Альбине Руслановне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **21** человек, из них **10** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **25** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за **21**, против **0**, недействительных бюллетеней **0**.

Председательствующий на заседании  
диссертационного совета, заместитель  
председателя диссертационного  
совета, д.т.н., профессор



Пономарев  
Борис Борисович

Ученый секретарь диссертационного  
совета, к.т.н., доцент

Вулых  
Николай Валерьевич

Дата оформления заключения 24 апреля 2026 г.