

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** 24.2.327.09

**Соискатель:** Печенюк Валерий Сергеевич

**Тема диссертации:** Методика проектирования элементов конструкции крыла пассажирского самолета из металлополимерных композиционных материалов

**Специальность:** 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)».

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:**

На заседании 25 мая 2023 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Печенюку Валерию Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

**Присутствовали:** д.т.н, академик РАН М.А. Погосян , к.т.н. Д.Ю. Стрелец, д.т.н., проф. О.М. Алифанов, д.т.н., И.Г. Башкиров, д.т.н. М.В. Белов, д.т.н., доц. А.Г. Викулов, д.ф.-м.н., доц. А.В. Волков, д.т.н., проф. В.Г. Дмитриев, д.т.н., проф. А.А. Дудченко, д.т.н., проф. В.Н. Евдокименков, д.ф.-м.н. А.Л. Медведский, д.т.н., доц. О.В. Митрофанов, д.т.н., доц. А.М. Молчанов, д.т.н., проф. С.Г. Парафесь, д.ф.-м.н., проф. Л.Н. Рабинский, д.т.н., доц. М.В. Силуянова, д.ф.-м.н., доц. Г.В. Федотенков, д.т.н., проф. В.В. Фирсанов, д.т.н. В.И. Шевяков.

Ученый секретарь диссертационного совета

24.2.327.09, к.т.н.

 Д.Ю. Стрелец

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.09**

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
(МАИ)

**по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25.05.2023 г., протокол № 8

О присуждении **Печенюку Валерию Сергеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика проектирования элементов конструкции крыла пассажирского самолета из металлополимерных композиционных материалов» по специальности 2.5.13. — «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)» принята к защите «20» марта 2023, протокол заседания № 5, диссертационным советом 24.2.327.09 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт), 125993, Москва, Волоколамское шоссе, 4, приказ Минобрнауки России о создании совета № 1738/нк от 13.12.2022 г.

**Соискатель**, Печенюк Валерий Сергеевич, «10» ноября 1994 года рождения. В 2018 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» с присвоением квалификации инженер. В 2022 году окончил обучение в аспирантуре по направлению подготовки 24.06.01 – «Авиационная и ракетно-космическая техника» (диплом об окончании аспирантуры 107718 1275358, регистрационный номер 2022/10-509Д от 08 июля 2022 г.).

В период подготовки диссертации соискатель Печенюк Валерий Сергеевич работал в Публичном акционерном обществе «Объединенная авиастроительная корпорация» «Опытно-конструкторское бюро Сухого» (ПАО ОАК «ОКБ Сухого») в подразделении «Конструкция фюзеляжа» в должности инженера-конструктора 3-й категории, инженера-конструктора 2-й категории, инженера-конструктора 1-й категории. Соискатель работает в должности инженера-конструктора 1-й категории в подразделении «Конструкция фюзеляжа» ПАО ОАК «ОКБ Сухого».

Диссертация выполнена на кафедре 101 «**Проектирование и сертификация авиационной техники**» Института №1 «Авиационная техника» МАИ Министерства науки и высшего образования РФ.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры 101 «Проектирование и сертификация авиационной техники» МАИ, Попов Юрий Иванович.

**Официальные оппоненты:**

1. Ковалев Игорь Евгеньевич – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заместитель начальника центра - Начальник управления научной деятельностью ФАУ «ЦАГИ» им. проф. Н.Е. Жуковского.

2. Орлов Максим Андреевич – гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, заведующий лабораторией «Сложные композиты» центра НТИ «Цифровое материаловедение: Новые материалы и вещества» МГТУ им. Баумана.

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** - федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ), г. Казань, в своем положительном отзыве, обсужденном на расширенном заседании кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов (протокол №9 от 06.04.2023 г.), подписанном заведующим кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, доктором технических наук, профессором В.Г. Гайнутдиновым, доцентом кафедры конструкций и проектирования летательных аппаратов, кандидатом технических наук Н.В. Левшенковым и утвержденным исполняющим обязанности проректора по научной и инновационной деятельности В.М. Бабушкиным, указала, что диссертационная работа Печенюка В.С. представляет собой законченное исследование, посвященное актуальной теме и выполненное на высоком уровне. Диссертация «Методика проектирования элементов конструкции крыла пассажирского самолета из металлополимерных композиционных материалов» удовлетворяет требованиям действующего Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Печенюк Валерий Сергеевич полностью заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Соискатель имеет по теме диссертации 9 опубликованных научных работ, включающих 2 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ. Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

### **Статьи в рецензируемых журналах перечня ВАК:**

1. Печенюк В.С., Попов Ю.И. Концептуальное проектирование конструкции крыла или фюзеляжа магистрального самолета из металлополимерных композиционных материалов. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – №64. – 2021. – с.74-82.

Представлены результаты анализа существующих структур и исследования характеристик прочности и упругости металлополимерных композиционных материалов (МПКМ), в качестве которых обосновывается работоспособность модифицированных формул.

2. Печенюк В.С., Попов Ю.И., Моисеева И.С. Оценка несущей способности составной конструкции самолета, состоящей из металлополимерного композиционного материала и классического металла. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – №67. – 2021. – с.85-95.

Рассмотрена инженерная методика силового расчета и проектирования составных конструкций самолета, сочетающих металлополимерные композиционные материалы и металлические материалы, результатами которой являются аналитические и графические зависимости напряженного состояния элементов составной конструкции от их предельных деформаций.

**В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.**

**На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:**

**1) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ), ведущая организация. Отзыв положительный.**

К работе имеются следующие замечания:

1. Во второй главе диссертации проведены исследования по разрушающим напряжениям на сдвиг для обшивок из МПКМ (формула 2.23, рисунок 2,7). Однако, отсутствуют источники значений для модуля сдвига пакета МПКМ.
2. В разделе 2.3.2. диссертации приведены характеристики МПКМ, где листы из металла выполнены из алюминиевых и титановых сплавов, а ПКМ, соответственно, стеклопластики и углепластики, что исследовано и предлагаются ВИАМ. Однако, автором в основном рассматриваются материалы СИАЛ на основе алюминия, что уменьшает область предмета исследования.

3. В формулах 2.13, 2.14, 2.21, 2.22 автором введен коэффициент 0,25 для слоев, ориентированных под углом  $45^\circ$ , однако не приводится формула  $E_{45} = E_1 \cdot \cos^4(\varphi)$ , которая объясняет физический смысл коэффициента.
4. В диссертации приводятся возможные формы сечения стрингеров, выполненных из МПКМ. Автором не даются рекомендации по технологическому изготовлению стрингеров из МПКМ и их связи или соединению с обшивками из МПКМ, как интегральной конструкции.

**2) Ковалев Игорь Евгеньевич**, официальный оппонент, доктор технических наук, профессор. **Отзыв положительный**, заверен ученым секретарем Ученого совета ФАУ «ЦАГИ», д.т.н. С.А. Таковицким.

По диссертации имеются следующие замечания.

1. Из текста диссертации не ясно, для каких классов пассажирских самолетов возможно использование стрингерных панелей с элементами из МПКМ.
2. Для целостности исследований следовало бы дополнить изучением взаимного влияния стрингеров и обшивки из МПКМ на рациональные параметры панели и на величину действующей нагрузки.

**3) Орлов Максим Андреевич**, официальный оппонент, кандидат технических наук. **Отзыв положительный**, заверен заместителем начальника управления кадрами МГТУ им. Баумана О.В. Назаровой.

По диссертационной работе можно отметить следующее замечание: в диссертационной работе подробно рассматривается методика определения параметров обшивки, выполненной из МПКМ. Следует отметить, что желательно провести тщательные исследования по сопротивлению усталости обшивки из МПКМ с точки зрения появления усталостных трещин и их развития.

**4) Публичное акционерное общество «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем главного конструктора по прочности и ресурсу, А.Г. Калишем и начальником отдела общей прочности, к.т.н. М.В. Говоруном.

В качестве замечаний необходимо отметить следующее:

1. В автореферате недостаточно ясно указана область применения МПКМ в пассажирских самолетах разного класса.
2. В работе предложена методика проектирования стрингерных панелей из слоистой обшивки МПКМ, но недостаточно подробно изложены особенности использования стрингеров, также выполненных из стандартных МПКМ.
3. В Таблице 3 автореферата вставленные изображения недостаточно четкие.

**5) Публичное акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Иркут»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником бригады квалификации материалов, к.т.н. А.Ю. Ампиловым, заверен главным конструктором МС-21, В.Ю. Нарышкиным.

В качестве замечаний необходимо отметить следующее:

1. Хаотичный выбор материалов, представленных на рис. 6, 8 и 10. Например, на рис. 10 представлены характеристики материалов СИАЛ-1-1, СИАЛ-3-1, но отсутствуют характеристики для рассмотренных на предыдущих графиках (рис. 6 и 8) материалов. Практическая значимость выполненных автором сравнительных расчетов была бы выше, если бы диссертант включил в нее кроме номинальных паспортных данных допустимые и/или фактические отклонения этих значений.
2. Нечитаемые надписи на графической части рис. 20.

**6) Публичное акционерное общество «Объединенная авиастроительная корпорация» «Опытно-конструкторское бюро им. А.И. Микояна»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан ведущим инженером отдела проектов, к.т.н., доцентом О.Б. Пашенко и заместителем начальника отдела крыла А.Н. Шатовым, заверен начальником управления по работе с персоналом И.Н. Новиковым.

В качестве замечаний по реферату диссертационной работы можно выделить то, что недостаточно подробно исследованы характеристики МПКМ, где металлические листы выполнены из титановых сплавов, а ПКМ в виде углепластиков, которые, возможно, могут быть применены в элементах конструкции планера маневренного самолета.

**7) Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан доцентом 72 кафедры авиационных комплексов и конструкции летательных аппаратов ВУНЦ ВВС «ВВА», к.т.н. А.Д. Кузнецовым и старшим преподавателем 72 кафедры авиационных комплексов и конструкции летательных аппаратов ВУНЦ ВВС «ВВА», к.т.н. Д.В. Ковальчук, заверен заместителем начальника ВУНЦ ВВС «ВВА» по учебной и научной работе, к.в.н., доцентом В. Казаковым.

Результаты анализа материалов, представленных в реферате, позволяют отметить следующие недостатки:

1. Недостаточно обсуждаются конструктивно-технологические и эксплуатационные особенности проектирования конструкции с применением металлополимерных композиционных материалов.
2. Представляется целесообразным проведение исследований в области оценки безопасности конструкций из МПКМ по условиям прочности при длительной эксплуатации самолетов.

**8) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан профессором кафедры аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов, д.т.н. В.В. Ефимовым, заверен начальником управления персоналом.**

К автореферату имеются следующие замечания:

1. На некоторых рисунках используется очень мелкий шрифт, например, на рисунке 20 надписи не читаются.
2. Встречаются фразы с несогласованными друг с другом словами, из-за чего теряется смысл, например на стр. 13 и 14, «...определены потоки нормальных усилий, воспринимающие ... слоями (следует писать «воспринимаемые ... слоями»)», «...условием совместной (следует писать «совместности») деформации».

**9) Акционерное общество Опытно-конструкторское бюро им. А.С. Яковлева», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан заместителем Управляющего директора – Директором КБ – Техническим директором – Главным конструктором, к.т.н. К.Ф. Поповичем и начальником отдела крыла и оперения, к.т.н. С.В. Барановским, заверен главным специалистом отдела по работе с персоналом, Н.Ю. Уваровой.**

Имеются следующие замечания по диссертационной работе:

1. В автореферате отсутствует информация о проведении расчетных исследований по влиянию на характеристики прочности и упругости пакетов МПКМ, включающие все три группы углов армирования слоев ПКМ ( $0^\circ$ ,  $90^\circ$  и  $\pm 45^\circ$ ). Подобные исследования были бы безусловно полезны.
2. В автореферате отсутствует информация о проведении экспериментальных исследований характеристик рассматриваемых МПКМ.

**10) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан профессором, профессором кафедры «Авиа- и ракетостроение», руководителем ИНОЦ «Космическая экология», д.т.н. В.И. Трушляковым, заверен ученым секретарем ОмГТУ А.Ф. Немцовой.**

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В автореферате не приведены разделы «Личный вклад автора» и «Соответствие паспорту заявленной специальности».
2. Отсутствуют ограничения и допущения, вводимые при разработке методики проектирования элементов конструкции крыла пассажирского самолета из металлополимерных композиционных материалов.

3. Недостаточно освещены вопросы достоверности разработанной методики проектирования элементов конструкции крыла пассажирского самолета из металлополимерных композиционных материалов и полученных результатов исследования.

**11) Филиал «Региональные самолеты» ПАО «Корпорация Иркут»,** отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником НИО прочности, заместителем главного конструктора по прочности В.Х. Сахиным, заверен заместителем директора по разработке А.В. Долотовским.

По автореферату можно выделить следующие основные замечания:

1. В автореферате не приведены соотношения для определения общей потери устойчивости подкрепленных панелей при сжатии, сдвиге и при комбинированном нагружении и не понятно, как проводится пересчет параметров панелей при удовлетворении требований местной и общей потери устойчивости.
2. В работе указано, что при расчетах были использованы характеристики материалов, соответствующие паспортным значениям (см. стр. 11 автореферата), которые получают при испытаниях малого количества образцов. При проектировании и последующей сертификации самолетов гражданской авиации используют статистически, которые получают из большого количества испытаний элементарных образцов в соответствии с п.25613 (Расчетные характеристики материалов) АП-25.

**12) Публичное акционерное общество «Объединенная авиастроительная корпорация» «Опытно-конструкторское бюро Сухого»,** отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан ведущим технологом 3 класса НИО-21, руководителем Научно-технического сектора Совета МС ОКБ Сухого, заместителем ученого секретаря Научно-технического совета, к.т.н. Ф.А. Насоновым, заверен начальником управления по работе с персоналом структурных подразделений А.С. Вишневской.

По автореферату к автору имеются замечания:

1. Несколько примитивные суждения о стоимости материалов, в частности ПКМ, алюминиевых сплавов, в том числе в отрыве от вклада стоимости трудовых, энергетических и временных затрат при реализации технологических процессов изготовления изделий.
2. Не представлены в явном виде преимущества гибридных материалов. Как обстоит вопрос со статическими и ресурсными показателями, например, с трещиностойкостью, чувствительности к концентраторам напряжений, скорости роста усталостной трещины и пр.
3. Не сказано о какой-либо практической проверке положений разработанной методики. Изготовление и испытания простейших элементарных и



конструктивно-подобных образцов помогло бы значительно подтвердить правильность выдвинутых в методике решений.

4. Недостаточное внимание уделено технологическим аспектам, например, предполагаемым методам изготовления деталей из МПКМ, которые безусловно внесут свой вклад в достигаемые характеристики и их стабильность.

**13) Публичное акционерное общество «Туполев»**, отзыв на автореферат.

**Отзыв положительный**, подписан директором комплексного производства, к.т.н. Г.В. Новиковым, заверен начальником отдела кадрового учета О.П. Кондрашовым.

В качестве замечаний необходимо отметить следующие:

1. Неявно выражен порядок в методике рационального проектирования элементов конструкции крыла самолета из металлополимерных композиционных материалов.
2. Представлено ограниченное количество рекомендаций и конструктивно-технологических требований, которые следует учитывать на этапе проектирования конструкции стрингерных панелей из металлополимерных композиционных материалов.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью, имеющимся у них большим опытом проектирования и практического использования авиационных конструкций, в том числе, в области соответствующей паспорту специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

КНИТУ-КАИ является ведущей организацией и представляет собой высшее учебное заведение, осуществляющее подготовку кадров высшей квалификации, ведет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области авиа-, вертолетостроения и других областях науки и техники. Заключение по диссертационной работе обсуждено и подписано учеными, которые непосредственно занимаются вопросами, связанными с разработкой и проектированием интегральных авиационных конструкций из композиционных материалов. Это позволяет им оценить актуальность, научную новизну и практическую ценность результатов диссертации, а также сформировать рекомендации по практическому использованию этих результатов для предприятий отрасли и ВУЗов, занимающихся преподавательской деятельностью, конструированием и производством авиационной техники.

Выбор Ковалева Игоря Евгеньевича, доктора технических наук, профессора, заместителя начальника центра - Начальника управления научной деятельностью ФАУ «ЦАГИ» им. проф. Н.Е. Жуковского в качестве официального оппонента обосновывается его широкой компетентностью в вопросах прочности и проектирования конструкций авиационных изделий, что подтверждается многочисленными публикациями в рецензируемых российских и зарубежных журналах.

Выбор Орлова Максима Андреевича, кандидата технических наук, заведующего лабораторией «Сложные композиты» центра НТИ «Цифровое материаловедение: Новые материалы и вещества» МГТУ им. Баумана в качестве официального оппонента обосновывается его большим опытом в области проектирования, разработки, испытания и применения новых материалов и веществ.

**Диссертационный совет отмечает,** что на основании выполненных соискателем исследований разработана новая методика проектирования элементов конструкции крыла пассажирского самолета из металлополимерного композиционного материала. Использование разработанной методики позволит сократить сроки проектирования конструкций, выполненных с применением МПКМ.

**Новизна полученных результатов** заключается в том, что представлены модифицированные формулы для определения допускаемых напряжений и механических характеристик произвольных пакетов МПКМ, а также впервые разработана методика рационального проектирования стрингерных панелей крыла пассажирского самолета из МПКМ, обеспечивающая наименьшую массу при ограничениях по прочности, жесткости и устойчивости.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что применительно к проблематике диссертации эффективно, с получением обладающих новизной результатов, использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе аналитических методов. Проведена модернизация существующих математических моделей, алгоритмов и аналитических методов, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации. Введены формулы для проектирования требуемой структуры пакета МПКМ под заданную нагрузку, а именно: формулы для нахождения приведенной толщины панели и определения количества слоев в произвольном пакете. Теоретическая значимость заключается также в уточнении формул и графической интерпретации характеристик прочности и упругости МПКМ для пакетов МПКМ различной структуры.

**Значение полученных соискателем результатов для практики** подтверждается тем, что разработаны и внедрены в учебный процесс МАИ

образовательные технологии (получен акт внедрения в учебный процесс МАИ), создана система практических рекомендаций, представлены методические рекомендации и предложения по дальнейшему совершенствованию конструкций крыла из МПКМ.

**Практическая значимость** диссертационной работы заключается в разработке методических рекомендаций для определения параметров и характеристик различных элементов конструкции стрингерной панели крыла самолета, выполненных из МПКМ, что позволяет сократить сроки проектирования подобных конструкций. Даны рекомендации по проектированию элементов конструкции планера самолёта из МПКМ с учётом технологии изготовления и сборки. Приведены требования к выбору типовых укладок слоёв в зависимости от нагружения. Результаты диссертационной работы могут быть использованы как при проектировании, так и при проведении научно-исследовательских и поисковых работ.

**Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию и внедрению** в организациях, осуществляющих реализацию образовательных программ специальных курсов в авиационных ВУЗах, а также при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по проектированию конструкций перспективных магистральных пассажирских самолетов, что также отмечено в отзывах.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что теория построена на известных, проверяемых данных, в том числе, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации. Основные положения диссертации опираются на аналитические соотношения для МПКМ и конструкций из МПКМ и согласуются со стандартными паспортными данными конструктивно-подобных образцов, выполненных в ВИАМ. Используются современные методики сбора исходной информации. Соискателем разработаны и используются корректные математические модели и алгоритмы. В рамках исследования автором грамотно применены общие и специальные методы обработки информации, анализа и синтеза сложных технических систем, в том числе метод математического моделирования и метод конечных элементов. Установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по теме диссертации.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии соискателя в получении новых научных результатов исследования, личном участии в апробации результатов исследования, подготовке публикаций по выполненной работе. Диссертационный совет отмечает, что диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, а **наиболее**

**существенные научные результаты, полученные лично соискателем, могут быть сформулированы следующим образом:**

1. Модифицированы формулы для определения допустимых напряжений и механических характеристик произвольных пакетов МПКМ для проектировочных расчетов.
2. Разработана методика проектирования стрингерной панели крыла пассажирского самолета с применением МПКМ.
3. Сформированы рекомендации по структуре укладки и проектированию элементов конструкции с применением МПКМ.

**В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания:**

Необходимо учитывать анизотропию металлополимерного композиционного материала в зависимости от структуры пакета, от схемы укладки слоёв в пакете.

Соискатель Печенюк В.С. ответил на задаваемые вопросы и привел собственную аргументацию:

К пакету МПКМ предъявляются обязательные требования: обеспечение симметричности укладки относительно средней плоскости; обеспечение парности расположения слоев  $\pm 45^\circ$ ; внешние слои должны быть металлическими. Таким образом обеспечивается чёткая структура и анизотропия пакета МПКМ. Модифицированные формулы для определения модулей упругости и элементов матрицы жёсткости произвольного пакета МПКМ предложены в диссертации с учётом анизотропии структуры.

**В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.**

На заседании 25 мая 2023 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение за **новые научно-обоснованные технические решения**, имеющие существенное значение для развития авиационной отрасли страны в части проектирования перспективных изделий авиационной техники, присудить Печенюку Валерию Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.5.13 -

«Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)», участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета

24.2.327.09, д.т.н., академик РАН

Погосян Михаил Асланович



*[Handwritten signature in blue ink]*

Ученый секретарь диссертационного совета

24.2.327.09, к.т.н.

Стрелец Дмитрий Юрьевич

*[Handwritten signature in blue ink]*

«25» мая 2023 г.