

УТВЕРЖДАЮ



Ректор ФГБОУ ВО «Иркутский
национальный исследовательский
технический университет»,
доктор технических наук, доцент

М.В. Корняков

« 30 » июня 20 23 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский национальный исследовательский технический университет»**

Диссертация «Оценка производственной технологичности конструкции фрезерованных деталей на основе формализации данных и знаний» выполнена на кафедре «Технологии и оборудования машиностроительных производств».

В 2019 году Подрез Никодим Владимирович окончил специалитет (с отличием) в ИРНТУ по специальности «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение».

В период подготовки диссертации соискатель Подрез Н.В. обучался в аспирантуре (очная форма) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» по специальности «2.5.6 Технология машиностроения» и окончил её в 2023 году.

Научный руководитель – Говорков Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, директор института «Информационных технологий и анализа данных» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

На заседании кафедры присутствовали:

1. Дрожжин С. Н. – ст. преподаватель;
2. Журавлев Д.А. – д.т.н., профессор;
3. Зарак Т. В. – к.т.н., доцент;
4. Иванов Ю. Н. – к.т.н., доцент;
5. Исаченко А. С. – к.т.н., доцент;
6. Казимиров Д. Ю. – к.т.н., доцент;
7. Каргапольцев С. К. – д.т.н., профессор;
8. Кольцов В. П. – д.т.н., профессор;
9. Ле Чи Винь – к.т.н., доцент,
10. Майзель И. Г. – к.т.н., доцент;
11. Макарук А. А. – к.т.н., доцент;
12. Москвитин В. Н. – к.т.н., доцент;
13. Пашков А.А. – к.т.н., доцент;

14. Пашков А.Е. – д.т.н., профессор
15. Пономарев Б.Б. – д.т.н., профессор;
16. Пярых А. С. – к.т.н., доцент;
17. Родыгина А. Е. – к.т.н., доцент;
18. Савилов А. В. – к.т.н., доцент;
19. Сви́нин В.М. – д.т.н., профессор;
20. Со́лер Я. И. – к.т.н., профессор;
21. Стародубцева Д. А. - к.т.н., доцент;
22. Стрелков А. Б. - к.т.н., доцент;
23. Хвощевская Л.Ф. – к.т.н., ст. преподаватель;
24. Чащин Н. С. – к.т.н., ассистент.

Кафедра «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий»:
25. Зайдес С.А. – д.т.н., профессор.

С сообщением о результатах исследования, изложенного в диссертации на тему «Оценка производственной технологичности конструкции фрезерованных деталей на основе формализации данных и знаний», выступил Н.В. Подрез.

Вопросы задавали:

1. Д.т.н., профессор С.А. Зайдес. «Если изменится изделие с типа «Каркас», на другое изделие, что изменится в Вашей методике?»

2. Д.т.н., профессор В.П. Кольцов. «Ваша методика привязана к каким-то конкретным условиям определенного предприятия или есть возможность ее применять на различные предприятия?»

3. Д.т.н., профессор В.М. Сви́нин. «В чем практический смысл Вашей работы? Возможно ли использовать Вашу методику конструктору при проектировании и контроле конструкторской документации? Можно ли Вашу методику расширить с фрезерованных деталей до анализа других типов деталей?»

На все вопросы соискателем были даны убедительные ответы.

Д.т.н., профессор А.Е. Пашков: «Если вопросов больше нет, то приступаем к обсуждению».

1. д.т.н., профессор А.Е. Пашков. «Я считаю, что работу надо поддержать и рекомендовать в диссертационный совет».

2. д.т.н., профессор С.А. Зайдес. «Автор хорошо владеет информацией, хорошо выступил с докладом, диссертация хорошо структурирована, и я ее рекомендую для защиты в диссертационном совете».

3. д.т.н., профессор В.М. Сви́нин. «Необходимо дополнить практическую реализацию вашей методики».

4. д.т.н., профессор Б.Б. Пономарев. «Следует точнее изложить цель исследования, а также научную новизну с результатами диссертационной работы. Я считаю, что тема диссертационной работы актуальна, имеет практическое значение, я ее рекомендую в диссертационный совет. Диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности ВАК 2.5.6 Технология машиностроения».

Д.т.н., профессор А.Е. Пашков: «Поскольку все желающие выступить высказали своё мнение, замечания и пожелания, то полагаю, мы можем на

основании доклада Н.В. Подреза, а также обсудив результаты представленного диссертационного исследования, **принять следующее заключение**».

Диссертация соискателя Подреза Никодима Владимировича представляет собой самостоятельное исследование, является завершённым научным трудом, выполненным на актуальную тему и на высоком научно-методическом уровне по специальности 2.5.6 Технология машиностроения.

Актуальность темы диссертационного исследования. В настоящее время с выходом в мир современных информационных технологий привычные традиционные методы изготовления/сборки изделий машиностроения стали вытесняться более перспективными, поэтому, чтобы изготовить изделие на производстве с минимальными затратами, с высокими показателями качества продукции и высоким темпом роста выпуска продукции, необходимо разрабатывать новые методики анализа технологичности конструкции изделия. «Технологичность конструкции изделий (ТКИ) рассматривается как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ». Из данного термина вытекает то, что технологичность конструкции изделия отражает не функциональные свойства изделия, а свойства его как объекта производства и эксплуатации. То есть задача технолога на этапе плановой подготовки при получении конструкторской документации (КД) найти оптимальное решение между технологичностью и техничностью при изготовлении изделия на предприятии.

Всё это создает определенную проблему. Существующие методы анализа технологичности конструкции изделия устарели, они требуют большого технического опыта и анализа значительного количества технологических рекомендаций. В этих условиях оценка технологичности происходит очень медленно, что негативно сказывается на технологической подготовке производства.

Целью работы Подреза Н.В. является сокращение сроков и повышение объективности технологической подготовки производства на этапе анализа и оценки производственной технологичности конструкции изделия машиностроения посредством формализации данных и знаний.

Основные научные результаты. На основании проведенных исследований были получены следующие результаты:

1) установлено, что формализацию данных необходимо представить в виде продукционно-фреймовой модели формализации, а саму методику комплексной оценки ТКИ в виде экспертной системы. Разработана методика формализации необходимой информации для выполнения комплексного анализа технологичности конструкции изделия;

2) установлена зависимость уровня технологичности конструкции изделия от геометрических параметров входящих в неё элементов, а именно от наименьшего размера и величины допуска на изготовление самого «нетехнологичного» конструктивного элемента;

3) выявлено, что поиск необходимых коэффициентов во фреймах базы данных, возможно, выполнить на основе теории множеств. Выполнено математическое представление действий по проведению анализа качественной и количественной технологичности конструкции изделия машиностроения, а также разработана математическая модель для комплексного анализа технологичности конструкции машиностроительного изделия на основе информационной модели изделия;

4) выполнена апробация методики анализа технологичности конструкции изделия машиностроения для типовой детали машиностроения, изготовленной методом фрезерования. С помощью новой методики построены графики зависимостей трудоёмкости и себестоимости изготовления изделия от технологических параметров шероховатости и поля допуска нетехнологичного элемента конструкции. Также методика позволяет установить соотношение увеличения либо уменьшения показателей количественного анализа ТКИ и количественных показателей детали – аналога, которая запущена и изготавливается на текущем производстве.

Конкретное личное участие автора в получении результатов научных исследований, изложенных в диссертации. Все результаты получены автором самостоятельно. Подрез Н.В. сформулировал цель диссертационного исследования, а также задачи диссертационного исследования; разработал новую методику формализации необходимой информации, а также новую методику комплексного анализа технологичности конструкции изделия машиностроения; спроектировал программу расчета методики ТКИ для ЭВМ, а также выполнил апробацию полученной методики на типовой фрезерованной детали, подготовил к публикации научные публикации и материалы для участия в конференциях и научно-технических мероприятиях; сформулировал выводы и заключения.

Степень достоверности исследований. В процессе работы были применены методы теоретического (классификация и формализация исходной информации, а также анализ технологичности конструкции изделия) и эмпирического исследования (изучение научной литературы, анализ полученных сведений, формулировка проблемы, а также постановка цели и задачи исследования, эксперимент и апробация полученных научных результатов исследования). Также в процессе работы использовались различные положения о теории оценки технологичности конструкции изделия машиностроения и самолетостроения, алгебра логики, теория множеств. При апробации результатов использовались средства CAD/CAM/CAE системы Siemens PLM Software NX 12, программный пакет статистического анализа STATISTICA, а также программный продукт расчета Microsoft Excel. Представленные в диссертационной работе результаты и сделанные на их основе выводы следует оценить как достоверные.

Научная новизна работы:

1) установлена зависимость уровня технологичности конструкции изделия от геометрических параметров входящих в неё элементов, а именно от наименьшего размера и величины допуска на изготовление самого

«нетехнологичного» конструктивного элемента (п.1 и 5 паспорта специальности 2.5.6);

2) создана информационная модель для комплексной оценки уровня технологичности конструкции изделия, основанная на методе представления и анализа деталей по заданным показателям технологичности (п.1 и 9 паспорта специальности 2.5.6);

3) разработан метод формализации информации для проведения качественной и количественной оценки технологичности конструкции изделия (п.1 паспорта специальности 2.5.6);

4) разработана математическая модель для комплексной оценки технологичности конструкции изделия машиностроения на основе информационной его модели (п.1 и 10 паспорта специальности 2.5.6).

Практическая значимость: благодаря новой разработанной методике оценки технологичности конструкции изделия на производстве при подготовке к запуску нового изделия выполняется сокращение циклового графика изготовления продукции, а также сокращение затрат на проектирование технологического процесса.

Полнота изложенных результатов диссертации в работах, опубликованных автором Основное содержание диссертационной работы и ее результатов полностью отражено в 16 научных и научно-технических работах автора.

Статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных:

1. Podrez N. V., Labuz Y.A., Govorkov A.S. Development of a formalized system for analyzing the technological design of products in mechanical engineering / N. V Podrez, Y.A Labuz, A.S. Govorkov // Journal of physics: conference series/ – 2020 – №1661(012107)

2. Fokin I.V., Podrez N. V., Smirnov A.N., Govorkov A. S. Recognition of structural elements of mechanical engineering as a solution to data formalization problem/ I.V Fokin, N. V Podrez, A.N Smirnov , A. S Govorkov // International conference on mechanical engineering, automation and control systems 2020, MEACS 2020. DOI: 10.1088/1757-899X/1064/1/012047.

В изданиях, входящих в перечень ВАК:

3. Подрез Н. В., Говорков А. С. Разработка методики оценки технологичности конструкции изделия на основе 3D-модели изделия машиностроения / Н. В. Подрез, А. С. Говорков // Вестник Московского авиационного института – 2023 – № 1 – С. 198–207

4. Подрез Н.В. Разработка методики качественной оценки технологичности конструкции изделия машиностроения на основе исходных данных производства в виде электронной модели / Н. В. Подрез // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением – 2023 – №4 – С. 36 – 40

В прочих изданиях:

5. Подрез Н.В., Говорков А.С. Проблема и решение формализованного анализа технологичности конструкции изделий машиностроения / Н.В. Подрез, А.С. Говорков // Сборник научных трудов в 9 ч. конференции «Наука. Технологии. Инновации» – 2020 – №3 – С. 420-428

6. Подрез Н.В. Разработка методики оценки технологичности конструкции изделия на основе 3-d модели изделия машиностроения / Н.В. Подрез // Сборник аннотаций конкурсных работ XIV Всероссийский межотраслевой молодежный конкурс научно-технических работ и проектов – 2022 – С. 197-198

7. Подрез Н.В. Говорков А.С. Оценка технологичности конструкции изделия на современном производстве и ее проблемы / Н.В. Подрез, А.С. Говорков // Молодежный вестник ИрГТУ – 2022 – Т.12 – №4 – С.707-711.

8. **Подрез Н.В.** Анализ технологичности конструкции изделия, как один из важнейших этапов плановой подготовки производства // Технологические инновации в современном Мире. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. 2019. С. 99-104.

9. **Подрез Н.В.,** Божеева Т.В. Применение промышленных роботов в авиастроении // Авиамашиностроение и транспорт Сибири. сборник статей X международной научно-технической конференции. 2018. С. 84-89.

10. **Подрез Н.В.,** Говорков А.С. Использование программы NX для моделирования формообразующих операций в электронной модели изделия // Единство и идентичность науки: проблемы и пути решения. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. С. 130-132.

11. **Подрез Н.В.,** Токарев Д.О., Жилиев А.С., Фокин И.В. Система разработки технологических процессов изготовления деталей и сборочных единиц АТ на основе существующих взаимосвязей с учетом 3-х мерной модели // Сборник тезисов участников форума "Наука будущего - наука молодых". 2017. С. 319-320.

12. **Подрез Н.В.** Изучение и визуализация процесса переноса геометрической информации при ПШМ увязки от первоисточника к готовому изделию средствами системы NX // Авиамашиностроение и транспорт Сибири. Сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции. Иркутский национальный исследовательский технический университет; Редакционная коллегия: Бобарика И.О. (ответственный редактор); Лыткина А.А.. 2017. С. 72-75.

13. **Подрез Н.В.,** Божеева Т.В. Выбор метода увязки изделий авиационной техники в современных производственных условиях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 3 (55). С. 152-158.

14. **Подрез Н.В.,** Говорков А.С. Сквозное проектирование в машиностроении с помощью программы NX // В мире науки и инноваций. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 8 частях. 2016. С. 158-160.

15. **Подрез Н.В.** Обзор математических методов представления технологических процессов // Авиамашиностроение и транспорт Сибири. Сборник статей всероссийской молодежной научно-практической конференции. 2016. С. 32-36.

16. **Подрез Н.В.** Обзор САПР программы СПРУТ – ТП // Инновационные механизмы решения проблем научного развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2016. С. 88-90.

Основные результаты работы были представлены и получили поддержку на международных и российских научно-технических конференциях: VIII Всероссийской научно-технической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (г. Иркутск, 2016г.); IX Всероссийской научно-технической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (г. Иркутск, 2017г.); форуме «Наука будущего – наука молодых» (Нижний Новгород, 2017 г.); X международной научно-технической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (г. Иркутск, 2018г.); международной научно-практической конференции «Технологические инновации в современном Мире» (г. Уфа, 2019г); International conference on mechanical engineering, automation and control systems (г. Новосибирск, 2020г.); Всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации» (НГТУ, г. Новосибирск, 2020 г.); в конкурсах научно-технических работ «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики» (МАИ г. Москва, 2020 г., 2021 г., 2022 г.); на молодежном образовательном форуме «Байкал» (г. Иркутск, 2022г.); региональной конференции «I.Polytech Conference» (ИРНТУ, г. Иркутск, 2022 г); Международной конференции «Инженерные системы – 2023 (РУДН г. Москва, 2023 г.).

Выводы

Диссертация Подреза Никодима Владимировича «Оценка производственной технологичности конструкции фрезерованных деталей на основе формализации данных и знаний» является законченным научным исследованием. Выполнено на высоком научном и методическом уровне, обладает существенной актуальностью. Диссертация обобщает самостоятельные исследования автора. Выдвинутые им положения представляют собой научно-обоснованные теоретические разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач в области обеспечения анализа технологичности конструкции изделия машиностроения на этапе подготовки производства к запуску нового изделия.

Расширенное заседание кафедры «Технологии и оборудования машиностроительных производств» **принимает следующие решения:**

1) признать, что по актуальности изученной проблемы, научной новизне, теоретической и практической полезности полученных результатов работа «Оценка производственной технологичности конструкции фрезерованных деталей на основе формализации данных и знаний» удовлетворяет всем требованиям, предъявленным к кандидатским диссертациям;

2) рекомендовать к защите диссертационную работу Подреза Никодима Владимировича «Оценка производственной технологичности конструкции фрезерованных деталей на основе формализации данных и знаний» в диссертационном совете 24.2.307.01 при ФГБОУ ВО «Иркутский национальный технический университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.6. Технология машиностроения.

Результаты голосования о рекомендации Подреза Н.В. к защите в диссертационном совете 24.2.307.01.

«за» – 25 чел.;

«против» – 0 чел.;

«воздержалось» – 0 чел.

Присутствовало на заседании 25 чел. из 28 чел.

Протокол № 12 от 28.06.2023 г.

Председатель расширенного заседания
Кафедры «Технологии и оборудования
машиностроительных производств»
д.т.н., профессор

Секретарь заседания

Пашков А.Е.

Пискунова Ю.Ю.



Специалист по управлению
персоналом 1 категории

Сидорова