

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.332.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 декабря 2023 г. № 149

О присуждении Фокину Николаю Николаевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Модель, алгоритмы и программная реализация инструментария разработки управляющих программ для токарных, токарно-фрезерных и фрезерных станков с ЧПУ» по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» принята к защите 17 октября 2023 г., протокол № 147, диссертационным советом 24.2.332.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 127055, Москва, Вадковский пер., 3а, № 1031/нк от 30.12.2013 г.

Соискатель Фокин Николай Николаевич, 1990 года рождения, в 2013 году окончил федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» (Москва, Вадковский пер., 3а) с присвоением квалификации инженер.

В 2020 г. соискатель Фокин Н.Н. окончил очную аспирантуру на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Соискатель Фокин Н.Н. работает ведущим инженером-технологом-программистом в ПАО «Долгопрудненское Научно-Производственное Предприятие», а также старшим преподавателем на кафедре компьютерных систем управления в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский

государственный технологический университет «СТАНКИН» как внешний совместитель.

Диссертация выполнена на кафедре компьютерных систем управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, Мартинова Лилия Ивановна, доцент кафедры компьютерных систем управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Официальные оппоненты:

Бахтадзе Наталья Николаевна, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией идентификации систем управления федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук,

Холопов Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленной информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Национальный институт авиационных технологий», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном кандидатом технических наук, заместителем генерального директора по научно-исследовательской деятельности Коваленко Артемом Валерьевичем и утвержденном доктором технических наук, профессором, первым заместителем генерального директора Плихуновым Виталием Валентиновичем, указала, что диссертационная работа Фокина Н.Н. является законченным исследованием, в котором получен новый способ подготовки управляющих программ с использованием инструментария в диалоговом режиме, отличающийся от существующих унификацией программного кода, а также способ редактирования управляющих программ на разных системах ЧПУ, способствующий сокращению времени по сравнению со стандартными способами за счет изменения определенных значений переменных

макропрограмм через интерфейс оператора системы ЧПУ. Публикации в достаточной мере отражают основные научные результаты соискателя. Автореферат соответствует содержанию диссертации. К диссертации приложены документы, подтверждающие практическую полезность выполненной работы. Работа удовлетворяет требованиям *Положения о порядке присуждения ученых степеней*, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Фокин Н.Н., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ (общий объем в страницах А4 – 64 стр., из них авторских – 40 стр.), из них 2 научные работы опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России (общий объем – 12 стр., из них авторских – 10); 4 в журналах, индексируемых Web Of Science и Scopus (общий объем – 31 стр., из них авторских – 12 стр.); имеется 1 объект интеллектуальной собственности в виде свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Среди опубликованных работ по теме диссертации статьи, изданные в периодических изданиях, 9 стр., авторских 7 стр., статьи в сборниках трудов научных конференций 12 стр., авторских 11 стр. В данных работах описывается разработанная автором методика подготовки управляющих программ с использованием разработанного специализированного инструментария, особенностью которой является набор правил структурирования и расположения макропрограмм в системе ЧПУ.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых научных изданиях:

1. Фокин Н.Н. Разработка механизма взаимодействия установочных макропрограмм, циклов позиционирования, поворота плоскости и циклов обработки в системе числового программного управления / Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 3. – С.121-128.

2. Фокин Н.Н. Разработка и отладка с помощью цифрового двойника системы ЧПУ кроссплатформенного цикла фрезерования зубьев звездочек цепных передач / Н.Н. Фокин, Л.И. Мартинова, П.П. Беляков // Автоматизация в промышленности. – 2022. – № 5. – С.3-7.

3. Fokin N.N. Development of a Cross-Platform Software Application for Programming CNC Machine Tools / N.N. Fokin, L.I. Martinova // 2023 International

Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) – 2023. – P. 616-622.

4. Fokin N.N. Development of toolkit for formalizing the programming of canned cycles on CNC machine tools / N.N. Fokin, G.M. Martinov, L.I. Martinova // MATEC Web of Conferences 346, 03098 (ICMTMTE-2021) – 2021. – P. 1-13.

5. Fokin N.N. Development of standardized tools for shopfloor programming of turning and turn-milling machines / N.N. Fokin, L.I. Martinova, R.L. Pushkov // In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (ICMTME-2020) – 2020. – Vol. 709, No. 4 – P.1-6.

6. Fokin N.N. An approach to creation of a unified system of programming CNC machines in the dialog mode / N.N. Fokin, L.I. Martinova // In: MATEC Web Conference: International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE-2018) – 2018. – Vol.224 – P.1-5.

На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв Лившица Михаила Юрьевича, д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования "Самарский государственный технический университет" (г. Самара).

Замечания: 1. В работе не указан способ интеграции разработанных макропрограмм в каждую из рассматриваемых систем ЧПУ. 2. В предложении на стр.18 «Одной из главных задач исследования была разработка УП с одинаковой кинематикой, но разными системами ЧПУ с разным синтаксисом программирования»-опечатка. Очевидно, имеется в виду «Одной из главных задач исследования была разработка УП для станков с одинаковой кинематикой, но разными системами ЧПУ с разным синтаксисом программирования».

2. Отзыв Сидоренко Валентины Геннадьевны, д.т.н., профессора, профессора кафедры «Управление и защита информации» Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)» (г. Москва).

Замечания: 1. Из текста автореферата не ясно, достаточно ли вычислительных возможностей аппаратной части системы ЧПУ для корректной работы интегрированного решения – галереи макропрограмм. 2. В тексте

работы не раскрыта среда разработки пользовательского приложения специализированного инструментария 3-х галерей макропрограмм.

3. Отзыв Туркина Игоря Константинович, д.т.н., профессора, заведующего кафедрой 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных космических изделий» Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (МАИ)» (г. Москва).

Замечания: 1. Из автореферата не ясно, каким образом можно внедрять новые циклы или стратегии обработки в существующие циклы в рамках расширения опциональных возможностей инструментария. 2. Недостаточно раскрыта работа инструментария в случае нарушения методики подготовки управляющих программ, а также не описана защита от пользовательских ошибок.

4. Отзыв Котова Вячеслава Александровича, к.т.н., конструктора 2 категории Специального конструкторского бюро космического приборостроения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук (г. Таруса).

Замечания: 1. На каком уровне согласно архитектуре инструментария на рис.2 происходит обнаружение ошибок в управляющей программе: пользовательском или ЧПУ? 2. Насколько корректно подобраны глобальные переменные? Как их изменение повлияет на работу системы ЧПУ? 3. Каковы границы применимости данного инструментария? Была ли выявлена принципиальная несовместимость инструментария разработки со станками каких-либо производителей?

5. Отзыв Малогулко Леонида Анатольевича, к.т.н., старшего научного сотрудника, заместителя заведующего аспирантурой Автономной некоммерческой организации дополнительного профессионального образования «Научно-образовательный центр воздушно-космической обороны «Алмаз – Антей» им. академика В. П. Ефремова (г. Москва).

Замечания: 1. В тексте автореферата не представлен вид интерфейса пользовательского приложения, в котором разрабатывается управляющая программа. 2. В работе в главе 5 не указаны версии САМ-систем для проектирования и разработки управляющих программ NX и Fusion.

6. Отзыв Столбовского Виктора Николаевича, к.т.н., начальника комплексного отдела разработки вычислительных комплексов и средств, комплексного отдела 039/6 НТЦ ПАО АО «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» (г. Москва).

Замечания: нет

7. Отзыв Иванова Сергея Николаевича, к.т.н., ведущего инженера-конструктора отдела РО-04 АО «Казанское опытное конструкторское бюро «Союз» (г. Казань).

Замечание: Из автореферата не ясно каким образом создавать новые циклы токарной или фрезерной обработки и позиционирования для расширения опциональных возможностей инструментария.

8. Отзыв Даниловой Алины Игоревны, к.т.н., заместителя генерального директора по технологическому развитию АО "Научно-исследовательский институт механотронных технологий - Альфа - Научный центр" (г. Воронеж).

Замечания: нет.

9. Отзыв Красникова Олега Эдуардовича, кандидата технических наук, советника заместителя генерального директора по экономике и финансам АО «Машиностроительное конструкторское бюро «Факел» имени академика П.Д.Грушина» (г. Химки).

Замечания: 1. Из материалов автореферата не ясно, можно ли использовать разработанный способ подготовки управляющих программ, для систем ЧПУ, поддерживающих только глобальные переменные, например Балт-Систем NC 200-й серии. 2. Можно ли, используя разработанные циклы поворота плоскости, позиционирования и обработки, подготавливать управляющие программы для оборудования другого типа (пробивного, гидроабразивного, электроэрозионного)?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован следующим:

Бахтадзе Наталья Николаевна, доктор технических наук, является учёным, известным своими научными работами по созданию и моделированию автоматизированных систем управления на промышленных предприятиях, имеет значительное количество публикаций в этой области, что соответствует

тематике диссертации соискателя и свидетельствует о её компетенции в задачах, которые решает соискатель.

Холопов Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, является учёным, занимающимся разработкой цифровых двойников машиностроительных технологических процессов, способным оценить научную новизну и практическую ценность диссертации соискателя.

Ведущая организация, акционерное общество «Национальный институт авиационных технологий», является научной организацией, широко известной высоким уровнем выполнения научно-технических проектов в сфере создания автоматизированных систем различного назначения (первый станок с ЧПУ и первая гибкая производственная система в стране были созданы в НИАТ), что соответствует тематике исследований диссертации соискателя.

Официальные оппоненты и ведущая организация дали свое согласие.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый способ подготовки управляющих программ с использованием инструментария в диалоговом режиме, отличающийся от существующих унификацией программного кода;

предложен механизм расширения набора станочных циклов систем ЧПУ, основанный на внедрении галереи макропрограмм в каждую рассматриваемую систему ЧПУ и реализации набора правил взаимодействия макропрограмм из галереи с использованием локальных и глобальных переменных;

доказано наличие логических взаимосвязей между переменными, определяющими геометрию обрабатываемых элементов, и переменными, определяющими стратегию обработки, заложенную в станочных циклах и командах логического управления;

введен способ редактирования управляющих программ на разных системах ЧПУ, способствующий сокращению времени по сравнению со стандартными способами за счет изменения определенных значений переменных макропрограмм через интерфейс оператора системы ЧПУ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана применимость предложенной архитектурной модели специализированного инструментария и алгоритмов построения управляющих программ по единому проекту с единой логикой работы в средах

рассматриваемых систем ЧПУ.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):

использованы положения теории резания, тригонометрии и стереометрии, методы объектно-ориентированного проектирования, концепция объектно-ориентированного программирования, правила макропрограммирования с использованием языков высокого уровня систем ЧПУ;

изложены особенности механизма расширения набора станочных циклов систем ЧПУ, основанного на внедрении галереи макропрограмм в каждую рассматриваемую систему ЧПУ и реализации набора правил взаимодействия макропрограмм из галереи с использованием локальных и глобальных переменных;

раскрыты особенности способов подготовки управляющих программ для токарных, токарно-фрезерных и фрезерных станков с системами ЧПУ серии Fanuc, Siemens и системы АксиОМА Контрол;

изучены проблемы переносимости и редактирования управляющих программ на системах числового программного управления от разных производителей, обусловленные отличающимся синтаксисом языков высокого уровня систем ЧПУ, а также дифференциацией способов подготовки управляющих программ в процессе внедрения новой продукции в производство;

проведена модернизация существующего процесса подготовки управляющих программ в условиях мелкосерийного и единичного производства на основе разработанного специализированного инструментария.

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

разработан специализированный инструментарий подготовки управляющих программ для токарных, токарно-фрезерных и фрезерных станков с системами ЧПУ, содержащий наборы макропрограмм типовых технологических переходов механической обработки для токарных, токарно-фрезерных и фрезерных станков с системами ЧПУ серии Fanuc, Siemens и АксиОМА Контрол;

научные и практические результаты работы **использованы** при выполнении государственного задания (проект FSFS-2023-0004); работ в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-

2030» по темам 21-26/псал-4 и 22-18/псал-1 «Компьютерные системы управления технологическим оборудованием»; в учебном процессе кафедры компьютерных систем управления ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» при подготовке бакалавров и магистров по направлениям подготовки 15.03.04 и 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», а также в производственной деятельности ПАО «Долгопрудненское Научно-Производственное Предприятие»;

определены область и перспективы практического использования предлагаемого решения – подготовка управляющих программ для токарных, токарно-фрезерных и фрезерных станков с ЧПУ в условиях единичного и мелкосерийного производства;

создана методика подготовки управляющих программ с использованием разработанного специализированного инструментария, особенностью которой является набор правил структурирования и расположения макропрограмм в системе ЧПУ в целях сокращения времени внедрения управляющих программ для токарных, токарно-фрезерных и фрезерных станков с ЧПУ в условиях единичного и мелкосерийного производства;

представлены результаты, которые указывают на возможность их практического применения на предприятиях машиностроительного профиля, занимающихся механической обработкой деталей на станках с ЧПУ в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также в рамках проектов НИР и в учебном процессе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» при дипломном проектировании по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном вычислительном оборудовании с применением лицензионных программных средств;

теория построена на системном анализе и структуризации процессов применения предложенной системы подготовки управляющих программ с учетом рассматриваемых практик и выделенных компонентов, согласуется с опубликованными сведениями по теме диссертации;

идея базируется на анализе отечественной и зарубежной практик по подготовке управляющих программ для механообрабатывающих станков с ЧПУ, их использовании на предприятиях машиностроительного профиля, а

также на унификации кода управляющих программ с целью сокращения времени их редактирования в цеховых условиях переноса с одной системы ЧПУ на другую;

использовано сравнение существующих способов подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ с целью выявления лучших решений каждого способа и их объединение при создании архитектурной модели инструментария;

установлено качественное соответствие полученных авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные инструменты обоснования эффективности использования предложенной методики подготовки управляющих программ для токарных, токарно-фрезерных и фрезерных станков с ЧПУ.

Личный вклад соискателя состоит в формировании цели и задач исследования; выборе и обосновании методов и средств исследования; непосредственном участии на всех этапах получения теоретических и практических результатов; в разработке архитектурной модели специализированного программного инструментария и алгоритмов работы токарных и фрезерных циклов, использующих единый набор переменных, единую стратегию выполнения технологического перехода и единые команды логического управления для разных систем ЧПУ; в разработке методики подготовки управляющих программ (включающей набор правил структурирования и расположения макропрограмм в системе ЧПУ); в разработке набора макропрограмм типовых технологических переходов механической обработки для токарных, токарно-фрезерных и фрезерных станков с различными системами ЧПУ. Личный вклад соискателя также состоит в апробации практических результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания.

Соискатель Фокин Н.Н. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и согласился с некоторыми замечаниями.

На заседании 26 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Фокину Н.Н. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве

16 человек, из них 4 докторов наук по специальности 2.3.3, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

«за» - 16, «против» - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета
24.2.332.02
д.т.н., профессор



Волкова Галина Дмитриевна

Ученый секретарь
диссертационного совета
24.2.332.02
д.т.н., профессор

Чеканин Александр Васильевич

26 декабря 2023 г.

