

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.003.02
НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» по диссертации

НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 27.12.2016 г. № 26

О присуждении Курылеву Дмитрию Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Основы многокоординатного формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес при предварительном прорезании кольцевым инструментом» по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки принята к защите 24.10.2016 г., протокол № 24 объединенным диссертационным советом Д999.003.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Ульяновский государственный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32 и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 445667, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, д.14, приказ о создании диссертационного совета № 123/нк от 17 февраля 2015 года.

Соискатель Курылев Дмитрий Валерьевич, 1988 года рождения, в 2011 году окончил ГОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ».

В 2015 году окончил очную аспирантуру ГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ».

Работает ассистентом кафедры «Технологии машиностроительных производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Технологии машиностроительных производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Лунев Александр Николаевич, профессор кафедры «Технологии машиностроительных производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ».

Официальные оппоненты:

Макаров Владимир Федорович, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»;

Агапов Сергей Иванович, д.т.н., доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева» в своем положительном заключении, подписанном Волковым Дмитрием Ивановичем д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина», утвержденном Кожиной Татьяной Дмитриевной д.т.н., профессором, проректором по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева» – указала, что диссертация Курылева Дмитрия Валерьевича на тему «Основы многокоординатного формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес при предварительном прорезании кольцевым инструментом», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», является научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научные результаты, развивающие теорию и практику технологии машиностроения и, в частности, обработку межлопаточных каналов осевых моноколес.

Соискатель имеет 11 опубликованных научных работ, из них по теме диссертации 11 работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных изданиях по Перечню ВАК. Объем научных изданий – 2,93 печатных листа, из них авторский вклад – 1,9 печатных листа. Получен патент на полезную модель.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Курылев Д.В. Исследование стратегий формообразования межлопаточных каналов моноколес кольцевым инструментом / Д.В. Курылев // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2016. – № 2. – С. 123–127.
2. Курылев Д.В. Обзор прогрессивных методов изготовления осевых моноколес авиационных газотурбинных двигателей / Д.В. Курылев, А.Н. Лунев // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6 (часть 1) [Электронный журнал], URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40375>.
3. Курылев Д.В. Снижение кинематической погрешности при механической обработке межлопаточных каналов моноколеса кольцевым режущим инструментом / Д.В. Курылев, А.Н. Лунев // Сборник докладов Международной

научно-практической конференции АКТО – 2014. – Казань 2014: Изд-во Казан. нац. иссл. техн. ун-та им. А.Н. Туполева. – 2014. – Том I. – С. 393-395.

4. Курылев Д.В. Определение геометрических параметров кольцевой фрезы для предварительной обработки межлопаточных каналов осевых моноколес / Д.В. Курылев // Сборник докладов Международной научно-практической конференции АКТО-2016. – Казань 2016: Казан. нац. иссл. техн. ун-та им. А.Н. Туполева. – 2016. – Том I, – С. 483 – 488.

5. Патент на полезную модель № 162205 РФ, МПК U1 B23C5/14. Инструмент для обработки сложнопрофильных межлопаточных каналов моноколеса газотурбинного двигателя [Текст]/ А.Н. Лунев, Д.В. Курылев заявитель и патентообладатель Казан. нац. иссл. техн. ун-т. им. А.Н. Туполева-КАИ – № 2015120192/02; заявл. 27.05.15 ; опубл. 27.05.16, Бюл. № 13. – 3 с.: ил.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв ведущей организации – ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева», подписанный заведующим кафедрой «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина», д.т.н., профессором Волковым Д.И., утвержденный проректором по науке и инновациям, д.т.н., профессором Кожиной Т.Д. Отзыв положительный. Замечания: 1. Предлагаемый в работе метод имеет существенные ограничения. В частности, он не применим при обработке более сложных диагональных моноколес. 2. Увеличение производительности обработки связано с существенным увеличением длины режущих кромок кольцевого инструмента по сравнению с концевой фрезой, а это приводит к значительному увеличению силового воздействия на технологическую систему и в первую очередь на обладающие малой жесткостью элементы детали. Поэтому возникает вопрос о возникающих деформациях лопаток при обработке. 3. Применение данного метода на операциях предварительного прорезания межлопаточных пазов предполагает формирование равномерного припуска на окончательную обработку в пределах 0,5 мм, а если это не выполняется, то требуется решение проблемы технологического наследования. 4. Увеличение количества управляемых координат уменьшает жесткость технологической системы, поэтому погрешности обработки при 4 – 5 управляемых координатах уменьшаются незначительно, особенно в корневых сечениях пера лопатки (рис. 4.9) 5. Сравнение стратегий обработки межлопаточных каналов по машинному времени (табл. 4.8) показывает, что кольцевой инструмент эффективен только при 1 – 2 управляемых координатах. Возникает вопрос, зачем в названии диссертации присутствует многокоординатное формообразование.

Отзыв официального оппонента профессора кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», д.т.н., профессора Макарова В.Ф. Отзыв положительный. Замечания: 1. Формулировки названия темы работы и цели проведения исследований по смыслу существенно отличаются друг от друга; 2. В математических зависимостях формы и размеров кольцевого инструмента отражено влияние только геометрических параметров моноколес и

не учитываются физико-химические свойства обрабатываемых материалов, например, вязких алюминиевых сплавов и твердых и прочных титановых сплавов, а также методы получения непрофилированной заготовки блисков, что может привести к изменению погрешности формообразования при резании кольцевым инструментом. 3. При проектировании кольцевого инструмента нет обоснования выбора материала, геометрии и способа крепления режущих пластин, точности изготовления корпуса и его балансировки; 4. При сравнении стратегий предварительной обработки межлопаточных каналов не рассмотрены вопросы выбора рациональных режимов резания, полученной стойкости кольцевого инструмента, применения СОТС; 5. В математических зависимостях, представленных в третьей главе, не учитывается действие радиальной составляющей силы резания, деформирующей профиль лопатки в процессе обработки. 6. По рис. 2.9 во второй главе не ясно, из-за чего при изменении относительной высоты лопатки с 1,9 до 7 и веерности с 5 до 7 уменьшается количество профилей межлопаточных каналов, которых можно обработать кольцевым инструментом.

Отзыв официального оппонента доцента кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», д.т.н., доцента Агапова С.И. Отзыв положительный. Замечания: 1. Целью диссертационной работы является повышение производительности изготовления моноколес, однако, говоря об увеличении производительности, обычно приводят режимы резания, от которых зависит производительность, в диссертации этого нет. 2. Непонятно, почему автор при описании кинематики формообразования использует термин «количество управляемых координат». Более правильно было бы говорить о количестве движений, т.к. при этом в формулировку «количество управляемых координат» не входят вращательные движения. 3. Во второй главе диссертации вместе с размерами режущего инструмента надо было бы привести марку режущей части инструмента, углы его заточки а также конструкцию инструмента (сборный инструмент или с напаянными пластинками). 4. В диссертации нет обоснования выбора формы зубьев кольцевой фрезы, не ясно, почему автор выбрал именно острозаточенную фрезу. Не приведен анализ других форм зубьев режущего инструмента. 5. В диссертации нет обоснования, почему за основу основных размеров кольцевого инструмента принят ГОСТ 26339-84 «Сверла алмазные кольцевые...», более правильно было бы выбрать за основу основные размеры фрез кольцевых, выпускаемых в России (Станкогидросервис) или за рубежом (фирмы PFERD, Woodwork, Karmach, EUROBOOR). У выбранных сверл алмазных кольцевых совершенно другая режущая часть и габариты, они не предназначены для обработки металлических заготовок.

Отзыв ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», подписанный заведующим кафедрой «Технология автоматизированного машиностроения», д.т.н., профессором Гузеевым В.И. и доцентом кафедры «Технология автоматизированного машиностроения», к.т.н. Батуевым В.В. Отзыв положительный, замечания: 1. Из автореферата не ясно, оказывают ли

влияние динамические характеристики процесса резания кольцевым инструментом на шероховатость и точность обрабатываемой поверхности. 2. Из автореферата не ясно, каким образом производится назначение режимов резания и какое влияние они оказывают на производительность и точность обработки.

Отзыв ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», подписанный профессором кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», д.т.н., профессором, Тарапановым А.С. Отзыв положительный, замечания: 1. Неясно почему, если формообразование кольцевым инструментом является лишь предварительным (даже при схеме с четырьмя управляемыми координатами, погрешность обработки спинки лопасти около 4 мм, корыта - 1,2 мм. (стр. 14 автореферата), шероховатость поверхности явно выше достигаемой шлифованием и ЭХО (стр. 6 автореферата), автор не рассматривал возможное повышение трудоемкости окончательных операций с учетом наследственного влияния погрешностей исследуемого процесса? 2. Неясно, что означает фраза: «Для моноколес, у которых расчетное значение ширины режущей части δR_{\max} меньше, чем регламентированная стандартом δR_c ...» (стр. 16 автореферата, вывод 2)? 3. Зачем в заключении приводится вывод 5 и вторая фраза вывода 6 (стр. 17 автореферата)? На наш взгляд, в них не содержится какой-либо полезной информации.

Отзыв ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет "СТАНКИН"», подписанный профессором кафедры «Станки», д.т.н, профессором Сабировым Ф.С.; доцентом кафедры «Станки», к.т.н. Чурилиным А.В. Отзыв положительный, замечания: 1. В автореферате не приведены режимы резания, на которых проводились эксперименты. 2. В таблице сравнения стратегий предварительной обработки межлопаточных каналов отсутствуют данные по итоговому машинному времени для 5-ти и 6-ти координатной обработки кольцевым инструментом, и поэтому нельзя определить эффективность этих способов. **Отзыв ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»**, подписанный профессором кафедры «Технология и оборудование машиностроительных производств», д.т.н, профессором Пономарёвым Б.Б. Отзыв положительный, замечания: 1. На стр.15 автореферата заявлено: «Приведенные выше результаты относятся к рассмотренному моноколесу...». Возникают вопросы: Представленные выкладки носят общий характер или справедливы только для частного случая? Насколько универсальны предложенные автором методики и рекомендации? 2. Из описания содержания четвертой главы, представленного на стр. 12 автореферата, не ясно, каким должен быть план проведения расчетов? До трех координат, отмечается в автореферате, расчеты проводятся по зависимостям, предложенным автором, а далее предполагается переход в Siemens NX. Означает ли это, что для колеса другой геометрии следует придерживаться такой же последовательности расчетов и использовать исключительно указанную CAD/CAM систему? Что делать, если предполагаемый пользователь не располагает Siemens NX? 3. Автор

не совсем корректно использует термин «погрешность формообразования», понимая под ним не погрешность обработки, то есть отклонение размера, полученного после обработки, от номинального размера, а отклонение размеров получаемой поверхности после фрезерования кольцевым инструментом от её номинальной геометрии. При этом совершенно ясно, что исследуемый метод прорезания межлопаточных каналов позволяет добиться значительного повышения производительности и не предназначен для получения поверхностей лопаток в окончательном исполнении с высокой точностью.

Отзыв ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» подписанный доцентом кафедры «Технология машиностроения», к.т.н. Щелкуновым Е.Б. Отзыв положительный, замечание: В автореферате не представлены результаты исследования производительности обработки кольцевым инструментом и эффект, полученный по сравнению с традиционно применяемыми методами обработки моноколес.

Отзыв ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», подписанный профессором кафедры «Технология производства двигателей, д.т.н., профессором Проничевым Н.Д. Отзыв положительный, замечания: 1. Из текста автореферата неясно, в какой степени, предложенные математические зависимости и методики расчета траектории движения кольцевого инструмента применимы при обработке осевых моноколес других типоразмеров конкретного изделия. 2. На стр.15 автореферата представлено сравнение стратегий предварительной обработки межлопаточных каналов в зависимости от числа управляемых координат и конструкции режущего инструмента. Однако в автореферате нет информации по назначению режимов резания для каждого варианта и поэтому не совсем понятно, почему при увеличении количества управляемых координат возрастает машинное время прорезки канала кольцевым инструментом.

Отзыв ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (СГТУ имени Гагарина Ю.А.), подписанный заведующим кафедрой «Оборудование и технологии обработки материалов», д.т.н., профессором Насад Т.Г. Отзыв положительный, замечания: 1. Из автореферата не ясно, из какого материала и по какой технологии был изготовлен инструмента и анализировались ли его физико-механические свойства? 2. Изготовление оригинального инструмента сопряжено с дополнительными затратами, вызывающими повышение себестоимости изготовления детали.

Отзыв ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина», подписанный профессором кафедры «Технологии машиностроения», старшим научным сотрудником, д.т.н., профессором Красильниковым А.Я. Отзыв положительный, замечания: 1. Некорректно сделан рисунок 1 стр. 6. Разрез А-А (на рисунке почему-то «сечение» (при выполнении сечения за ним не рисуются габариты детали)) не имеет знака - «повернуто», и перо лопатки

должно быть заштриховано. 2. На рисунке 3, стр. 7 на виде б) показан параметр δR (нет его расшифровки, а по тексту на стр. 9 фигурирует параметр δR_{\max}). 3. В формуле (2) стр. 9 нет расшифровки параметра t . 4. В автореферате много математических формул и часть параметров в них не расшифрованы по тексту, что приводит к трудностям анализировать правильность написания этих формул.

Отзыв ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», подписанный, профессором кафедры «Инструментальные и метрологические системы», д.т.н., профессором Валиковым Е.Н. Отзыв положительный, замечания:

1. Рассмотренные схемы многокоординатного формообразования каналов кольцевым инструментом отличаются не высокой точностью, что не позволяет использовать их для окончательной обработки и приводит к увеличению числа технологических операций (или переходов). 2. По нашему мнению с целью повышения точности и производительности формообразования межлопаточного канала целесообразно рассмотреть схему трекоординатной обработки с использованием управляемых координат по оси z (поступательное перемещение инструмента), S_{ω} (поворот заготовки) и S_D (изменение диаметра режущей части).

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, подписанный заведующим кафедрой «Технология машиностроения», к.т.н., доцентом Любомудровым С.А. Отзыв положительный, замечание: В автореферате отсутствуют данные о режимах обработки, при которых проводился эксперимент (скорость резания, обороты и т.д.).

Отзыв ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», подписанный заведующим кафедрой «Авиастроение», заместителем управляющего директора ПАО «Роствертол», д.т.н., профессором Флек М.Б., профессором кафедры «Авиастроение», заведующим лабораторией авиационных систем Южного научного центра академии наук, д.т.н., доктором технических наук, профессором Шевцовым С.И. Отзыв положительный, замечания: 1. Приводя важнейшие для рассматриваемого процесса соотношения (1) – (4), автор не указывает, каким методом эти соотношения получены, использовались ли какие-либо допущения и т.п., что является неотъемлемой частью описания любого соотношения, моделирующего процесс или явление, эмпирические формулы для показателей сложности технического обслуживания и т.д. (стр. 6 – 9 автореферата), что не позволяет сделать вывод об обоснованности приводимых соотношений. 2. К сожалению, приводя важные соотношения (9) и ссылаясь при этом на параметрические уравнение 3D поверхности, автор не указывает, в какой системе координат эти поверхности параметризуются. 3. В заключительной главе автор рекомендует осуществлять выбор схемы формообразования, исходя из наличного станочного парка, программы выпуска моноколес, затрат на производство и других факторов. Весьма полезным и убедительным было бы привести сопоставление показателей эффективности для 2 – 3 рассмотренных схем, примененных к реальным производственным условиям.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью, научным и практическим опытом в области исследования по теме

диссертации, наличием публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что она достаточно широко известна своими достижениями в данной области науки, что подтверждается выполняемыми научными исследованиями и соответствующими публикациями ее сотрудников.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** математические зависимости управления траекторией движения кольцевого инструмента при предварительном формообразовании межлопаточных каналов осевых моноколес на станках с ЧПУ с учетом количества управляемых координат;
- **предложена** схема формообразования при предварительной обработке межлопаточных каналов осевых моноколес, включающая в себя изготовление каналов кольцевым инструментом, по разработанным математическим зависимостям;
- **доказана** целесообразность и перспективность использования результатов диссертационной работы при разработке технологических процессов обработки межлопаточных каналов осевых моноколес.
- новые понятия не **вводились**.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказана** возможность повышения производительности обработки осевых моноколес из непрофилированных заготовок путем предварительного формообразования межлопаточных каналов кольцевым инструментом;
- **использован** комплекс существующих методов формообразования поверхностей межлопаточных каналов осевых моноколес;
- **изложены** аргументы обоснования выбора объекта исследования, для которого технология предварительной обработки межлопаточных каналов осевых моноколес из непрофилированных заготовок является проблемной стороной;
- **раскрыты** особенности объекта технологической разработки, заключающиеся в невозможности применения традиционных схем формообразования кольцевым инструментом для изготовления межлопаточных каналов осевых моноколес из непрофилированных заготовок;
- **изучен** процесс и разработаны математические зависимости для осуществления многокоординатного формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес кольцевым инструментом, расширяющие представление о формообразовании таких моноколес;
- **проведена модернизация** методики расчета геометрических параметров кольцевого инструмента с учетом совокупности параметров тракторных поверхностей осевых моноколес.

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

– **разработаны и приняты к использованию** на АО «КМПО» (г. Казань), ПАО «КАИ-Лазер» (г. Казань) рекомендации по определению размеров кольцевого инструмента и расчету траектории его движения в процессе обработки, позволившие повысить производительность предварительной обработки межлопаточных каналов осевых моноколес из непрофилированных заготовок;

– **определены** перспективы практического использования предложенной методики формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес из непрофилированных заготовок, обеспечивающих увеличение производительности обработки;

– **созданы** практические рекомендации по применению предварительного формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес кольцевым инструментом в производственных условиях;

– **представлен** алгоритм расчета траектории движения инструмента с использованием полученных математических моделей многокоординатного формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес кольцевым инструментом с учетом количества управляемых координат и стратегии формообразования межлопаточных каналов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– для **экспериментальных работ** использованы современное оборудование и программное обеспечение;

– **теория** построена на известных, экспериментально проверенных данных и не противоречит работам других авторов;

– **идея базируется** на изучении опыта обработки межлопаточных каналов осевых моноколес и анализе объекта технологической разработки, позволивших выбрать принципиальный подход к формированию межлопаточных каналов кольцевым инструментом – аналитический метод расчета траектории перемещения инструмента, нацеленный на интеграцию с CAD/CAM-системами;

– **использовано** сравнение авторских данных и данных, имеющих в производственной практике и в исследованиях в указанной области;

– **установлена** качественное совпадение закономерности влияния количества управляемых координат на точность обработки межлопаточных каналов кольцевым инструментом с результатами работ других авторов, посвященных многокоординатному формообразованию;

– **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, в том числе программный комплекс Siemens NX.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в научных экспериментах, разработке математических зависимостей многокоординатного формообразования кольцевым инструментом; опытной реализации многокоординатного формообразования на станке с ЧПУ; обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке всех публикаций и апробации результатов исследований на международных и всероссийских конференциях.

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

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842, с изменениями и дополнениями и представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, заключающейся в разработке способа и схем формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес из непрофилированных заготовок, имеющее существенное значение для развития технологии механической обработки.

На заседании 27.12.2016 диссертационный совет принял решение присудить Курылеву Дмитрию Валерьевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали «за» – 15, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
Д 999.003.02
д.т.н., профессор
Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 999.003.02
д.т.н., доцент



В.П. Табаков

Н.И. Веткасов