

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.298.14, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 09.12.2020 года, № 50 о присуждении Подвиловой Елене Олеговне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Моделирование состояния подвижных объектов в условиях неопределённости с разработкой численного метода полиэдральной аппроксимации» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, технические науки, принята к защите 28 сентября 2020 года (протокол заседания № 50/п) диссертационным советом Д 212.298.14, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, д. 76, приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 апреля 2012 года № 105/нк.

Соискатель Подвилова Елена Олеговна 1988 года рождения. В 2011 г. Е.О. Подвилова окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» по специальности «Прикладная математика и информатика» с квалификацией «Математик, системный программист». В 2014 г. Е.О. Подвилова окончила очную аспирантуру при кафедре систем автоматического управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет). Соискатель работает младшим научным сотрудником на кафедре систем автоматического управления, заместителем начальника управления информатизации в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре систем автоматического управления федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего обра-

зования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Ширяев Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой систем автоматического управления федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Филимонов Николай Борисович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, лаборатория оптимизации управляемых систем, главный научный сотрудник; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», кафедра физико-математических методов управления, заместитель заведующего кафедрой;

Тимофеева Галина Адольфовна – доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», кафедра «Естественнонаучные дисциплины», профессор
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н.А. Пилюгина», г. Москва – в своем положительном отзыве, подписанном Румянцевым Геннадием Николаевичем, доктором технических наук, профессором, заместителем генерального конструктора – начальником теоретического отделения 01 ФГУП «НПЦАП», Никифоровым Виталием Меркурьевичем, доктором технических наук, профессором, начальником отдела организационно-методической координации научных функций Центра, ученым секретарем НТС ФГУП «НПЦАП», заведующим аспирантурой, и утвержденном Межирицким Ефимом Леонидовичем, доктором технических наук, профессором, и.о. генерального директора ФГУП «НПЦАП», указала, что рассмотренная в диссертации задача особенно важна для объектов ракетно-космической техники, в системах управления летательными аппаратами, в задачах навигации. Разработанный программный комплекс позволяет на этапе проектирования систем управления и разработки математического обеспечения бортовых цифровых вычислительных машин оценить точность оценивания, время вычисления оценок,

анализировать гарантированные оценки состояния объекта при различных исходных данных. Диссертация является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, обладающей признаками актуальности, новизны, внутреннего единства, научной и практической значимости, соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 26 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 13 работ (6 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 7 – в изданиях Scopus, Web of Science), получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. В диссертацию включены результаты, полученные автором лично, авторский вклад составляет 88 стр. (5.5 п.л.). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Поддивилова, Е.О. Сравнение минимаксного и калмановского алгоритмов оценивания векторов состояния динамических систем / Е.О.Поддивилова // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2012. – № 35(294), вып.17. – С.135–138.
2. Поддивилова, Е.О. Сравнение оценок минимаксного фильтра и фильтра Калмана / Е.О. Поддивилова, В.И. Ширяев // Вестник ЮУрГУ. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2012. – №40(299), вып. 14. – С. 182–186. (авт. доля 3 стр.)
3. Фокин, Л.А. Об анализе погрешностей интегрированной навигационной системы и методах их оценивания / Л.А. Фокин, В.И. Ширяев, Е.О. Поддивилова // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2012. – №35(294), вып.17. – С. 27–134. (авт. доля 3 стр.)
4. Поддивилова, Е.О. О подходе к оцениванию состояния динамических систем как к решению системы линейных неравенств / Е.О. Поддивилова, В.И. Ширяев // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2013. – Т.13. –№3. – С. 133–136. (авт. доля 2 стр.)
5. Фокин, Л.А. Об использовании калмановского и минимаксного алгоритмов оценивания погрешностей интегрированной навигационной системы / Л.А. Фокин, В.И. Ширяев, Е.О. Поддивилова // Труды ФГУП «НПЦАП». Системы и приборы управления. – 2013. –№3. – С. 65–79. (авт. доля 5 стр.)
6. Ширяев, В.И. Аппроксимация информационных множеств в задаче гарантированного оценивания состояния динамических систем в условиях неопределенности / В.И. Ширяев, Е.О. Поддивилова // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №7(160). – С. 10–16. (авт. доля 4 стр.)
7. Poddivilova, E. Set-valued estimation of switching linear system: an application to an automotive

throttle valve / E. Podivilova, A.N. Vargas, V. Shiryayev, L. Acho // International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields. – 2015. – Vol. 29. – P. 755–762. (авт. доля 2 стр.)

8. Shiryayev, V.I. Set-valued Estimation of Linear Dynamical System State When Disturbance is Decomposed as a System of Functions / V.I. Shiryayev, E.O. Podivilova // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 129. – P. 252–258. (авт. доля 4 стр.)

9. Podivilova, E. Set-valued linear dynamical system state estimation with anomalous measurement errors / E. Podivilova, V. Shiryayev // CEUR Workshop Proceedings. 3rd Russian Conference "Mathematical Modeling and Information Technologies", MMIT 2016; Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg; Russian Federation; 16 November 2016. – Vol. 1825. – P. 80-87. (авт. доля 4 стр.)

10. Shiryayev, V. Algorithm of set-valued state estimation for strapdown inertial navigation systems / V. Shiryayev, E. Podivilova // IEEE Xplore, 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, (ICIEAM) 2016, Chelyabinsk, Russia, 16-19 May 2016. – DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7910917 (авт. доля 3 стр.)

11. Podivilova, E. Comparison of set-valued dynamical system state estimates / E. Podivilova, V. Shiryayev, E.V. Gusev // IEEE Xplore. 2nd International Ural Conference on Measurements (Ural-Con), Chelyabinsk, Russia, 16-19 Oct. 2017. – P. 58-63. – DOI:10.1109/URALCON.2017.8120687 (авт. доля 2 стр.)

12. Podivilova, E. Application of model and process features in set-valued dynamical system state estimation/ E. Podivilova, V. Shiryayev // IEEE Xplore. 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), St. Petersburg, Russia, 16-19 May 2017. – DOI:10.1109/ICIEAM.2017.8076144 (авт. доля 3 стр.)

13. Podivilova, E. Set-Valued Approach to Problem of Temperature Dynamic Measurements/ E. Podivilova, V. Shiryayev // IEEE Xplore. 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Sochi, Russia, 18-22 May 2020. – DOI: 10.1109/ICIEAM48468.2020.9111890 (авт. доля 3 стр.)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Ананьева Бориса Ивановича, д. физ.-мат. н., ведущего научного сотрудника отдела оптимального управления Института математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, г.Екатеринбург. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. Теоретически задача оценивания для системы (1) решена формулами (3), (4), (5). В них содержится сумма и пересечение выпуклых компактов, которые, в свою очередь, однозначно описываются опорными функциями. Наиболее сложной является операция пересечения, приводящая к конволюции опорных функций. Все это давно известно, поэтому следовало сделать соответствующими

ющие ссылки. 2. В общем случае для определения множества нужно бесконечное множество направлений. Если требуется конечное множество направлений, то соответствующее множество - многогранник, и наоборот. Именно такой случай изучается в диссертации. Однако число необходимых направлений может расти с увеличением дискретного времени. В связи с этим необходимо ограничивать число направлений (или строк в матрице A , по терминологии диссертации). Не совсем понятно, из каких соображений выбираются направления в Алгоритмах 1, 2 и в формулах (9), (10), (14), (15). Их число зависит от размерности. На плоскости минимальное число направлений равно 3, в пространстве - 4 и т.д. 3. С другой стороны, ограничение направлений приводит к огрублению информационного множества. Насколько можно заключить из реферата, величина ошибки определения информационного множества не отслеживается и не оценивается.

2. Шорикова Андрея Фёдоровича, д. физ-мат. н., профессора, ведущего научного сотрудника отдела дифференциальных уравнений Института математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, г. Екатеринбург. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. В автореферате отсутствуют описания технических характеристик разработанного автором компьютерного программного комплекса и пользовательского интерфейса. 2. Было бы полезно описать в автореферате основные классы технических объектов, для проектирования которых применимы полученные в диссертации результаты.

3. Федотова Андрея Анатольевича, к.физ-мат.н., старшего научного сотрудника отдела динамических систем Института математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, г.Екатеринбург. Отзыв положительный, замечаний нет.

4. Бельского Льва Николаевича, заместителя генерального директора по РКТ – первого заместителя генерального конструктора предприятия «Научно-производственное объединение автоматики имени академика Н.А. Семихатова» и Зорихина А.В., начальника отдела 312. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. Формулы 1.3 диссертации названы кусочно-линейной аппроксимацией, однако в этом случае корректнее говорить о линеаризации. Кусочно-линейной аппроксимации соответствует формула на странице 39. 2. В разделе 2.1 не уточнено, являются ли множества возможных начальных условий, возмущений и помех выпуклыми, однако в дальнейшем рассматривается только выпуклый случай. Теоретически, поставленная задача оценивания решается с помощью операций над выпуклыми компактами, которые однозначно описываются аппаратом опорных функций. Следовало сделать соответствующие ссылки, как в диссертации, как и в автореферате. 3. При обзоре известных методов гарантированного оценивания не упомянут подход аппроксимации множеств с помощью семейств эллипсоидов. Уместным было бы провести сравнение предлагаемых алгоритмов с известными эллипсоидальными алгоритмами, сравнить ошибки

определения информационных множеств и вычислительную сложность.

5. Доросинского Леонида Григорьевича, д.т.н., профессора, директора департамента радиоэлектроники и связи ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. Настаивая на эффективности и повышенной точности гарантированного оценивания, автор не уделяет достаточного внимания исследованию реализуемой точности рекомендуемых алгоритмов, иными словами, не исключена ситуация, когда оценка параметра содержится в формируемом многограннике, но его размер настолько велик, что измерения становятся бессмысленными. 2. Изложение содержания работы вряд ли можно считать безупречным, так например, трудно не заметить очевидный алогизм: «белый шум с известной ковариационной матрицей» (стр. 3, абзац 2); неудачную формулировку положений, выносимых на защиту: «разработан метод оценки ... в случае при разложении...» (стр. 15, абзац 4).

6. Чернодарова Александра Владимировича, д.т.н., доцента, главного научного сотрудника лаборатории навигации и управления ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт», г. Москва. Отзыв утвержден Халютиным С.П., д.т.н., профессором, генеральным директором ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт». Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. Утверждение, что фильтром Калмана не оцениваются систематические ошибки (с.12) является не обоснованным. Такие ошибки могут включаться в вектор оцениваемых параметров. 2. Не ясно, что такое боковое и продольное движение платформенной инерциальной навигационной системы (с.12). 3. Не ясно, как учитываются ограничения в нелинейной модели (уравнение 24).

7. Тупысева Виктора Авенировича, д.т.н., ведущего научного сотрудника АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», г. Санкт-Петербург. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. Хотя утверждается, что аппроксимация информационных множеств выпуклыми многогранниками позволит повысить точность оценивания по сравнению с другими методами, однако при этом сравнительных количественных характеристик не приводится. 2. Из реферата не понятно, что же из информационного множества принимается в качестве оценки вектора состояния при решении практических задач. 3. К недостаткам оформления также следует отнести использование различных терминов для обозначения одного и того же: «помеха измерения» (стр.3) и «ошибка измерения» (стр.8), «вектор состояния» (стр.8) и «фазовый вектор» (стр.11), при этом содержание ряда терминов: «геометрические ограничения», «система хаотических процессов», не раскрывается, что затрудняет восприятие материала.

8. Шевцова А.И., и.о. заместителя генерального конструктора по проектированию изделий и комплексов, Голунова М.С., начальника отдела 16, Фрибеля В.Ю., ведущего специа-

листа, Калашникова С.Т., к.т.н., главного ученого секретаря АО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева», г. Миасс. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. В автореферате приведены только результаты качественного сравнения разработанных алгоритмов полиэдральной аппроксимации с алгоритмами других авторов, что не позволяет в полной мере сделать вывод об их эффективности.

9. Малышева Владимира Александровича, д.т.н., профессора, профессора кафедры общественных дисциплин ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. Автор утверждает, что гарантированные оценки, полученные с помощью эллипсоидального и интервального подходов, могут не обеспечить требуемой точности для систем управления, поэтому надо использовать многогранники. Однако не приведены эти требования и не показаны недостатки указанных подходов, которые подтвердили бы это утверждение. 2. В представленном алгоритме полиэдральной аппроксимации не определено, сколько L шагов являются последними и на что влияет их выбор. 3. В третьей главе автор рассмотрел переключаемые системы, но не указал, что это и каковы отличия в применении разработанного аппарата к ним.

10. Французовой Галины Александровны, д.т.н., доцента, профессора кафедры автоматизации ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет». Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. В модели (24) на стр.13 не указаны ограничения на вид функции $f(\theta, \omega)$. Неясно, какова будет эффективность оценивания, если эта функция будет немонотонной. 2. В главе 4 отсутствуют временные оценки вычисления гарантированных оценок.

11. Сальникова Николая Николаевича, д.физ.-мат.н., с.н.с, ведущего научного сотрудника Института космических исследований НАН Украины – ГКА Украины, г. Киев. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1. Для аппроксимации информационного множества X_{k+1} используется многогранник фиксированной структуры. В автореферате не указано, как выбирать векторы нормалей a_i граней такого многогранника. 2. На с. 5, а также в других местах автореферата используется термин «подвижный объект». Из содержания автореферата непонятно, в чем специфика использования этого понятия, чем это понятие отличается от более широкого понятия «динамическая система».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в области математического моделирования состояния подвижных объектов, фильтрации и управлении, численных методов оптимизации и обработки сигналов, в исследовании систем компьютерного моделирования и комплексов программ, в применении матема-

тического моделирования в решении технических задач, что подтверждается представленными публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований

разработан новый метод моделирования гарантированных оценок вектора состояния подвижного объекта с учётом дополнительной информации о характере возмущений в виде ограничения на среднее значение, скорость изменения, разложения возмущения по системе функций с постоянными неизвестными коэффициентами, что позволяет повысить точность гарантированных оценок состояния за счет включения в математическую модель описания информационного множества дополнительной информации о модели возмущений; *предложен* и реализован в виде программного комплекса алгоритм численного метода полиэдральной аппроксимации информационных множеств, позволяющий получать гарантированную оценку как вектора состояния, так и вектора возмущений и помех; *доказана* перспективность практического применения предложенных алгоритмов полиэдральной аппроксимации к гарантированному оцениванию состояния подвижных объектов на основе имитационного моделирования и экспериментальных исследований; *введены* условия гарантированного обнаружения выброса помехи измерения из априорно заданного множества помех.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность описания информационного множества системами линейных уравнений и неравенств, которое позволяет оценивать векторы состояния, возмущений и помех с помощью алгоритма полиэдральной аппроксимации, а также использовать дополнительную информацию о возмущениях и помехах; *применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)* использованы методы линейного программирования, теории систем автоматического управления, теории оптимальной фильтрации, математического и компьютерного моделирования; *изложены* этапы работы нового алгоритма полиэдральной аппроксимации информационного множества для одношаговой и многошаговой процедуры, для переключаемых систем, функциональная структура предложенного программного комплекса; *раскрыты* новые возможности математического моделирования состояния подвижных объектов, возмущений и помех с учётом дополнительной информации о модели возмущений, а также при обработке измерительной информации, полученной не в конкретный момент времени, а за некоторый промежуток наблюдений; *изучена* применимость разработанных алгоритмов в задаче гарантированного оценивания состояния летательного аппарата, в беспилотных инерциальных навигационных системах, в обработке измерительной информации волоконно-

оптического гироскопа, в задаче динамических измерений температуры; *проведена модернизация* метода гарантированного оценивания состояния подвижных объектов, позволяющая вычислять гарантированные оценки вектора состояния объекта без выполнения операций линейного преобразования множеств, суммы множеств Минковского и пересечения множеств.

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

разработаны и внедрены алгоритм полиэдральной аппроксимации информационных множеств, позволяющий оценивать вектор состояния подвижного объекта; *определены* перспективы практического применения разработанных методов и подходов для решения задач гарантированного оценивания; *созданы* алгоритмы и программный комплекс, который позволяет на этапе проектирования системы управления подвижным объектом оценить точность гарантированных оценок, время вычисления оценок, анализировать гарантированные оценки вектора состояния объекта при различных составах измерительных систем, точностях измерительных приборов и датчиков, реализациях возмущений и помех, параметрах математической модели движения объекта; *представлены* результаты вычислительных и натурных экспериментов, проведенные для математических моделей различных подвижных объектов, демонстрирующие преимущества разработанных алгоритмов: увеличение точности по сравнению с эллипсоидальным и интервальным подходами, увеличение быстродействия по сравнению с гарантированным оцениванием методом эллипсоидов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены для измерений волоконно-оптического гироскопа, предоставленных АО «НПО автоматики» в рамках выполнения научно-исследовательской работы; использован стенд, состоящий из дроссельной заслонки, усилителя мощности и панели управления, с помощью которого проводилось измерение угла поворота и его значение сравнивалось со значением, полученным в результате работы алгоритма полиэдральной аппроксимации; установка, состоящая из термопары, калибратора температуры, источника тока, измерителя, реле, для проведения термоударов и сравнения экспериментальных и расчетных оценок температуры; *теория* построена на известных методах математического моделирования, линейного программирования, теории оптимальной фильтрации, теории систем автоматического управления; *идея базируется* на неявном описании информационных множеств системами линейных уравнений и неравенств и аппроксимации информационного множества сверху многогранником любой заданной формы; *использованы* методы линейной алгебры, линейного программирования, теории систем автоматического управления, теории оптимальной фильтрации, гарантированного оценивания,

компьютерного моделирования; *установлено*, что результаты и выводы не противоречат ранее полученным результатам других авторов, результаты вычислительных экспериментов согласуются с модельными примерами и натурными экспериментами.

Личный вклад соискателя состоит в проведении анализа степени разработанности проблемы, развитии методов гарантированного оценивания, разработке алгоритмов численных методов полиэдральной аппроксимации, их реализации в программном комплексе, проведении вычислительных и натуральных экспериментов, апробации результатов исследования и подготовке публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на развитие методов математического моделирования состояния подвижных объектов в условиях неопределённости, методов реализации разработанных численных методов полиэдральной аппроксимации информационных множеств и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ. Диссертационная работа содержит оригинальные результаты одновременно из трех областей – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; предлагаемые методы могут быть использованы в различных предметных областях. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ в части: развития качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей (п.2); разработки, обоснования и тестирования эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий (п.3); реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента (п.4).

На заседании 09 декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Подивиловой Елене Олеговне ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, в удалённом интерактивном режиме участвовали 8 человек, проголосовали: «за» – 19, «против» – 0, «воздержалось» – 0.

Председатель диссертационного совета

А.Л. Шестаков

Ученый секретарь диссертационного совета

Н.А. Манакова

Дата оформления заключения 09 декабря 2020 г.

