

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.04

**Соискатель:** Ялозо Андрей Владимирович

**Тема диссертации:** Методы одномерного, трехмерного и гибридного моделирования гидродинамических течений в инженерных гидросистемах летательных аппаратов

**Специальность:** 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

**Решение диссертационного совета по результатам защиты:** На заседании 25 сентября 2020 года (протокол № 14) диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Ялозо А. В. «Методы одномерного, трехмерного и гибридного моделирования гидродинамических течений в инженерных гидросистемах летательных аппаратов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Ялозо Андрею Владимировичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

**Присутствовали:** Наумов А. В. – *председатель*, Кибзун А. И. – *зам. председателя*, Рассказова В. А. – *ученый секретарь*, а также члены диссертационного совета: Бардин Б. С., Битюков Ю. И., Борисов А. В., Бортаковский А. С., Босов А. В., Грумондз В. Т., Денисова И. П., Кан Ю. С., Колесник С. А., Короткова Т. И., Котельников М. В., Красильников П. С., Красинский А. Я., Кузнецов Е. Б., Куравский Л. С., Пантелеев А. В., Ревизников Д. Л., Семенихин К. В., Сеницин В. И., Сиротин А. Н., Формалев В. Ф., Хрусталев М. М., Ципенко А. В.

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 212.125.04, к.ф.-м.н.

  
В. А. Рассказова  
Начальник отдела УДС МАИ  
Т.А. Аникина

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.04,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25.09.2020 № 14

О присуждении Ялозо Андрею Владимировичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Методы одномерного, трехмерного и гибридного моделирования гидродинамических течений в инженерных гидросистемах летательных аппаратов» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «20» декабря 2019 года, протокол № 9, диссертационным советом Д 212.125.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказы Минобрнауки РФ: о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012, об изменении состава диссертационного совета № 628/нк от 07.10.2013, 574/нк от 15.10.2014, № 1339/нк от 29.10.2015, № 710/нк от 21.06.2016, № 1403/нк от 01.11.2016, № 1017/нк от 20.10.2017, № 272/нк от 27.03.2019.

Соискатель Ялозо Андрей Владимирович, 1987 года рождения, в 2009 г. окончил Саровский государственный физико-технический институт по специальности – «Информационные системы и технологии». С 2013 по 2014 г. был прикреплен к аспирантуре ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» в качестве соискателя. В 2017 и 2019 г.г. был прикреплен к аспирантуре ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (ФГБОУ ВО «НГТУ») для сдачи кандидатских экзаменов по дисциплинам «Иностранный язык» и «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» соответственно. В период

подготовки диссертации соискатель Ялозо Андрей Владимирович работал в Институте Теоретической и Математической Физики в отделе 0813 в должности научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Институте Теоретической и Математической Физики Федерального государственного унитарного предприятия «РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ИТМФ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров), Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом».

Научный руководитель - начальник научно-исследовательского отдела Института Теоретической и Математической Физики ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», доктор физико-математических наук Козелков Андрей Сергеевич.

**Официальные оппоненты:**

1. Исаев Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, старший научный сотрудник научно-организационного отдела НТЦ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации» (г. Санкт-Петербург);
2. Аксенов Андрей Александрович, кандидат физико-математических наук, технический директор ООО «ТЕСИС» (г. Москва).

Оппоненты дали положительный отзыв на диссертацию.

**Ведущая организация** – Публичное акционерное общество «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина».

В положительном отзыве ведущей организации указано, что диссертационная работа является актуальной, поскольку применение компьютерного моделирования становится неотъемлемой частью процесса проектирования новых образцов авиационной техники. Полученные результаты могут быть успешно применены для имитационного моделирования при разработке перспективных образцов летательных аппаратов.

Диссертация отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. Тема диссертации и полученные результаты соответствуют паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (физико-математические науки).

**Отзыв на диссертацию официального оппонента, д.ф.-м.н., проф. Исаева Сергея Александровича.**

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. Бэкграунд диссертации с критическим анализом расчетно-экспериментальных работ предшественников слабават и вышеприведенная информация о довольно свежей работе Филимонова С.А. тому подтверждение.

2. Оппонент не нашел в работе анализа турбулентных течений и течений с кавитацией. В первой главе он отсутствует, и методика расчета оказывается неполной. Также нет сравнения с аналогами, в том числе с FlowVision и Sigma-Flow?

3. Насколько представленная методология соответствует мировому уровню? Хотелось бы более рельефно продемонстрировать вычислительную эффективность.

4. Тестовые задачи продекларированы, но их оригинальность не подчеркнута. Собственно говоря, турбулентное течение в трубе и за обращенным назад уступом хорошо известны как тесты. Однако хотелось бы видеть трехмерные задачи с нестационарными пространственными потоками.

5. Какие выдающиеся НАУЧНЫЕ результаты получены на основе разработанного программного обеспечения? Не все задачи, рассмотренные в третьей главе, представлены со сравнениями с экспериментальными данными.

6. Четвертая глава посвящена внедрению ПО в процесс конструирования систем самолета. Однако хотелось бы видеть валидацию ПО, а также понять, может ли ПО оптимизировать рассматриваемую гидравлическую систему.

7. Еще одно замечание по перечню литературных источников. Нарушено правило: нет ссылок на работы оппонентов. Собственно говоря, это продолжение претензий по недостаточному сравнению с известными расчетными методами и пакетами. Так, оппонент не нашел ссылку на свою монографию Исаев С.А., Баранов П.А., Усачов А.Е. Многоблочные вычислительные технологии в пакете VP2/3 по аэротермодинамике. Саарбрюкен: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 316с.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента, к.ф.-м.н., Аксенова Андрея Александровича.**

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

В диссертации делаются следующие предположения относительно движения топлива в топливной гидросистеме (в рамках одномерного подхода):

1. Адиабатичность процесса движения топлива в трубках

2. Отсутствие растворенных газов в топливе
3. Отсутствие кавитации топлива
4. Отсутствие сжимаемости (как воды, так и податливости самих трубок)

Учет таких физических эффектов увеличил бы точность метода моделирования и имел бы более предсказуемую силу на предмет моделирования гидроударов, переходных и нестационарных процессов в гидросистеме.

#### **Отзыв на диссертацию ведущей организации.**

Ведущая организация дала положительный отзыв на диссертацию. Отзыв подписан заместителем Главного конструктора ПАО «ИЛ» по аэродинамике, динамике полета и системе управления самолетом, к.т.н. Кругляковой Ольгой Валентиновной. Отзыв утвержден генеральным директором ПАО «ИЛ» Грудининым Юрием Владимировичем. Замечания по диссертации:

1. Предложенный диссертантом алгоритм каскадного сбора для ускорения моделирования трехмерных областей, судя по результатам приведенных численных экспериментов, дает ощутимое преимущество на сеточных моделях, содержащих десятки млн. ячеек. На сегодняшний день, несмотря на развитие суперкомпьютерных технологий, моделирование течений с использованием таких сеточных моделей не является широко распространенной практикой. Представленный алгоритм можно рассматривать как перспективный подход для будущих исследований когда, в связи с дальнейшим развитием суперкомпьютерных технологий, будет широко распространено моделирование течений на сеточных моделях содержащих десятки млн. ячеек и более.

2. Параграф 1.1 диссертации носит название «Метод одномерного моделирования гидросистем, обеспечивающий неявную связь расход-давление на уровне общей СЛАУ». Термин «неявный» в данном случае представляется неудачным, так как задача по сути своей стационарная, хотя интуитивно ясно, что автор имеют в виду.

3. При записи уравнений движения вязкой жидкости в программном комплексе «FlowDesigner» отсутствует слагаемое, содержащее массовые силы. При моделировании гидросистем маневренных летательных аппаратов, которые могут в процессе своего движения менять положение в пространстве, отсутствие учета массовых сил может привести к существенным погрешностям.

4. В тексте диссертации имеется утверждение: «За счет использования общей СЛАУ для расходов и давлений количество итераций до заданного уровня сходимости меньше, чем при отдельном нахождении расхода и давления». Это утверждение никак не обосновано в тексте, и, строго говоря, спорно. Не пояснено, что означает «сходимость задачи».

**На автореферат диссертации поступило 7 отзывов.**

**1. «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ФГУП ГосНИИ АС).**

Отзыв подписан кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником ФГУП ГосНИИ АС, Головневым Игорем Георгиевичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

1. Первым положением, выносимым на защиту, является «методика гибридного моделирования...». Однако в четвертой главе представлена только одна задача, при решении которой был применен данный метод. Целесообразно было бы представить в диссертации более широкий набор задач, использующих предложенный гибридный метод моделирования.
  2. В качестве результатов численных экспериментов на полномасштабной модели топливной системы самолета приводятся полученные отклонения от экспериментальных данных, однако ничего не сказано о временных затратах при решении соответствующих задач.
- 2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова».**

Отзыв подписан доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Плазмогазодинамика и теплотехника» ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Емельяновым Владиславом Николаевичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

1. В предложенной методике моделирования гидродинамических течений, и в разработанном программном комплексе «FlowDesigner» ключевой величиной является коэффициент гидравлического сопротивления. Однако в автореферате отсутствуют сведения об используемых коэффициентах.

2. Для полноты описания целесообразно было бы привести используемые зависимости. Интересны были бы сведения о факторах, влияющих на устойчивость предложенного численного метода.

**3. Публичное акционерное общество «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого»**

Отзыв подписан кандидатом технических наук, ведущим конструктором ПАО «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого», Рой Романом Игоревичем. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

1. В работе отсутствует какой-либо анализ эффективности предложенной методики моделирования гидродинамических течений в инженерных гидросистемах в одномерном приближении. Интересно было бы увидеть в диссертации сравнение реализованной методики и уже существующих методов с точки зрения производительности.

**4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»**

Отзыв подписан кандидатом физико-математических наук, доцентом, ведущим научным сотрудником ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Куркиной Оксаной Евгеньевной. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

1. В некоторых задачах говорится о «хорошем согласии полученных результатов с референсными данными» и приводятся отклонения результатов численного моделирования интегральных величин от экспериментальных данных. Но при этом не упоминается о том, каковы погрешности измерения, по которым были получены исходные экспериментальные данные, что в свою очередь не дает в полной мере оценить точность результатов численного моделирования.

**5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»**

Отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Проектирование и сертификация авиационной техники» МАИ, Серебрянским Сергеем Алексеевичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

1. В содержании третьей главы автореферата перепутана нумерация параграфов.

2. Физические постановки задач, на которых проводилась валидация комплекса «FlowDesigner», представлены не полностью, что не позволяет в полной мере оценить все его возможности.

**6. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИВМиМГ СО РАН)**

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией обратных задач естествознания ИВМиМГ СО РАН, Шишлениным Максимом Александровичем. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

1. При разработке технологии ускорения трехмерного моделирования гидродинамических течений автором не рассматривалось одно из современных направлений ускорения вычислений с использованием сопроцессоров, таких как Intel Xeon Phi и NVIDIA.

**7. Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения имени И.И. Африкантова» (АО «ОКБМ Африкантов»)**

Отзыв подписан кандидатом физико-математических наук, ведущим инженером-конструктором ОАО «ОКБМ Африкантов», Фильченковым Сергеем Евгеньевичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

1. В параграфе 1.3 моделируемые 3D области содержат один вход и один выход. Так ли это?

2. Вопрос по терминологии: Что означает фраза «линеаризация методом итераций»? Каким методом решается итоговая СЛАУ: итерационным или методом Гаусса? Что понимается под единственным решением неопределенной системы?

**Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области тем, затрагиваемых в диссертационном исследовании.**

Официальный оппонент, д.ф.-м.н., профессор, Исаев Сергей Александрович работает старшим научным сотрудником научно-организационного отдела НТЦ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации». Область научных интересов – вычислительная гидродинамика и пакетные технологии, прикладные программные комплексы расчета процессов газодинамики и



теплообмена, интенсификация тепломассообмена, эксплуатация воздушного транспорта, строительная аэродинамика. Автор свыше 200 научных трудов, включая 10 монографий, 7 статей в журналах 1 квартиля.

Официальный оппонент, к. ф.-м. н., Аксенов Андрей Александрович – технический директор инжиниринговой компании ООО «ТЕСИС». Область научных интересов – механика жидкости и газа, пакеты прикладных программ, вычислительная гидродинамика и теплообмен, распараллеливание с использованием многопроцессорных кластерных систем. Автор более 80 научных работ.

Выбор ведущей организации – Публичное акционерное общество «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина» – обусловлен широким кругом проводимых фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области авиастроения. ПАО «ИЛ» является одним из ведущих предприятий России по разработке авиационной техники, постоянно взаимодействуя с ведущими научно-исследовательскими институтами и крупнейшими производителями комплектующих изделий авиационной техники, и выполняет полный комплекс работ, связанных с разработкой, модернизацией, испытаниями, подготовкой и сопровождением производства современных образцов авиационной техники.

Соискатель имеет 28 опубликованных научных работ по теме диссертации, из которых 9 работ опубликованы в изданиях из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий (в том числе 7 работ опубликованы в журналах, реферируемых в международных базах Scopus и/или Web of Science). 12 работ в трудах конференций, 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Содержание данных работ в полной мере отражает содержание диссертационной работы, в которой отсутствуют некорректные и недостоверные ссылки.

**Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:**

1. Козелков А. С., Курулин В. В., Лашкин С. В., Шагалиев Р. М., Ялозо А. В. Исследование потенциала суперкомпьютеров для масштабируемого численного моделирования задач гидродинамики в индустриальных приложениях // Журнал вычислительной математики и математической физики. — 2016. — Т. 56, № 8. — С. 1524–1535. (Scopus, Web of Science)

2. Лашкин С. В., Козелков А. С., Мелешкина Д. П., Ялозо А. В., Тарасова Н. В. Моделирование течений вязкой несжимаемой жидкости разделенным и совмещенным алгоритмом типа SIMPLE // Математическое моделирование. — 2016. — Т. 28, №6. — С. 64–76. (Scopus)
3. Лашкин С. В., Козелков А. С., Ялозо А. В., Герасимов В. Ю., Зеленский Д. К. Исследование эффективности параллельной реализации алгоритма SIMPLE на многопроцессорных ЭВМ // Вычислительная механика сплошных сред. — 2016. — Т. 9, №3. — С. 298–315. (Scopus)
4. Emelyanov V. N., Karpenko A. G., Kozelkov A. S., Teterina I. V., Volkov K. N., Yalozo A. V. Analysis of impact of general-purpose graphics processor units in supersonic flow modeling // Acta Astronautica. — 2017. — Vol. 135. — P. 198–207. (Scopus)
5. Волков К. Н., Козелков А. С., Лашкин С. В., Ялозо А. В. Параллельная реализация алгебраического многосеточного метода для решения задач динамики вязкой несжимаемой жидкости // Журнал вычислительной математики и математической физики. — 2017. — Т. 57, № 12. — С. 2079–2097. (Scopus, Web of Science)
6. Ялозо А. В., Козелков А. С., Стрелец Д. Ю., Корнев А. В., Матерова И. Л., Левченко Е. А. [и др.]. Математическое моделирование работы топливной системы самолета // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». — 2018. — №6. — С. 12–24. (ВАК)
7. Ялозо А. В., Козелков А. С., Курулин В. В., Матерова И. Л., Корнев А. В., Стрелец Д. Ю. Моделирование систем разветвленных трубопроводов // Математическое моделирование. — 2018. — Т. 30, № 10. — С. 123–138. (Scopus)
8. Ялозо А. В. Гибридный метод математического моделирования гидродинамических течений в инженерных гидросистемах // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. — 2019. — 3(126). — С. 57–66. (ВАК)
9. Ялозо А. В., Козелков А. С., Куркин А. А., Курулин В. В., Матерова И. Л., Уткин Д. А. Методика связанного моделирования одномерных и трехмерных задач вычислительной гидродинамики // Математическое Моделирование. — 2019. — Т. 31, №12. — С. 3–20. (Scopus)

Диссертационный совет отмечает, что в выполненном диссертационном исследовании получены следующие новые научные результаты:

- разработана методика гибридного 1D-3D моделирования гидродинамических течений, основанная на итерационной процедуре обмена общими граничными условиями между разномасштабными областями с учетом восстановления картины развитого течения в трехмерной области;
- впервые предложен и реализован алгоритм каскадного сбора глобального уровня многосеточного решателя СЛАУ, позволяющий ускорить трехмерное моделирование гидродинамических течений в высокопараллельном режиме;
- разработаны полуэмпирические математические модели гидравлических элементов, составляющих топливные системы маневренных самолетов;
- составлен минимальный базис задач верификации и приведены результаты верификации разработанных методов и алгоритмов.

**Теоретическая значимость** исследования определяется полученными оригинальными результатами, которые подтверждены серией вычислительных экспериментов и получением новых научных результатов при моделировании инженерных гидросистем.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что представленные в диссертации методы и алгоритмы были реализованы в виде программного комплекса «FlowDesigner» для моделирования инженерных гидросистем. Разработанный программный комплекс успешно введен в опытную эксплуатацию в ПАО «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого». В частности, с помощью данного программного комплекса были проведены расчетные исследования как отдельных подсистем, так и полномасштабных моделей топливных систем объектов СУ-57 и Охотник-Б на различных режимах полета. Планируется его дальнейшее использование при разработке перспективных образцов летательных аппаратов, разрабатываемых ПАО «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого».

Представленный в диссертации многосеточный метод решения СЛАУ с использованием алгоритма каскадного сбора глобального уровня был реализован в пакете программ «ЛОГОС» (далее ПП ЛОГОС) – отечественном программном обеспечении для инженерного анализа. Уже в настоящее время ПП ЛОГОС используется более чем на 20 предприятиях России для решения промышленных задач таких отраслей промышленности как авиастроение,

атомная энергетика, ракетно-космическая отрасль, автомобилестроение, судостроение и др.

**Достоверность** основных результатов работы подтверждена корректным использованием математического аппарата, численным моделированием, результатами верификации и практического использования разработанного программного комплекса. Исследование разработанных методов и алгоритмов осуществляется путем сопоставления результатов моделирования с «эталонными» данными. В качестве подобных данных в некоторых случаях выступают полученные аналитические решения задач либо экспериментальные данные других авторов.

**Личный вклад.** Автором диссертации лично или при его определяющем участии выполнены:

- разработана методика гибридного 1D-3D моделирования гидродинамических течений, основанная на итерационной процедуре обмена общими граничными условиями между разномасштабными областями с учетом восстановления картины развитого течения в трехмерной области;
- разработан и реализован в рамках ПП ЛОГОС многосеточный метод решения СЛАУ с использованием алгоритма каскадного сбора глобального уровня для ускорения трехмерного моделирования гидродинамических течений в высокопараллельном режиме;
- разработан кроссплатформенный программный комплекс «FlowDesigner» одномерного моделирования гидродинамических течений в инженерных гидросистемах с возможностью совместного с ПП ЛОГОС расчета гибридных 1D-3D моделей.

Совместно с соавторами проведена верификация и адаптация разработанного программного обеспечения для решения промышленно-ориентированных задач авиастроения.

Диссертационный совет считает, что диссертационная работа Ялозо Андрея Владимировича является самостоятельно выполненной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены важные результаты в области разработки математических моделей, алгоритмов решения задач оптимизации, вычислительных алгоритмов и программных комплексов. Диссертация удовлетворяет пункту 9 постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней».

На заседании 25 сентября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Ялозо А. В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 26 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 26, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета  
Д 212.125.04, д.ф.-м.н., доцент

А. В. Наумов

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 212.125.04, к.ф.-м.н.

В. А. Рассказова

25 сентября 2020 г.

Начальник отдела УДС МАИ

