

**Отчет о выполнении Программы развития
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института математики им. С. Л. Соболева
Сибирского отделения Российской академии наук на 2020 год**

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1	Информация о научной организации	
1.1.	Полное наименование	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики им. С. Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук
1.2.	Сокращенное наименование	ИМ СО РАН
1.3.	Фактический (почтовый) адрес	630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, д. 4
2.	Существующие научно-организационные особенности организации	
2.1.	Профиль организации	Генерация знаний
2.2.	Категория организации	Первая категория
2.3.	Основные научные направления деятельности	Алгебра, теория чисел и математическая логика; Геометрия и топология; Математический анализ, дифференциальные уравнения и математическая физика; Теория вероятностей и математическая статистика; Вычислительная математика; Дискретная математика, информатика и математическая кибернетика; Математическое моделирование и методы прикладной математики

РАЗДЕЛ 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

2.1. Цель Программы развития:

1. Улучшение целевого показателя 1.3 из программы «Наука»: Место Российской Федерации по численности исследователей в эквиваленте полной занятости среди ведущих стран мира (по данным Организации экономического сотрудничества и развития).

2. Улучшение целевого показателя 2.1 из программы «Наука»: Численность российских и зарубежных учёных, работающих в российских организациях и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных.

3. Улучшение целевого показателя 2.2: Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей.

4. Улучшение целевого показателя 1.1: Место Российской Федерации по удельному весу в общем числе статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития, в изданиях, индексируемых в международных базах данных

5. Стратегическая цель Программы развития ФГБУН Институт математики им. С.Л. Соболева превращение института в Ведущий в мире центр математических исследований, привлекательный для работы в нем как для молодых, так и для ведущих ученых со всего мира, имеющих мировые математические школы по ряду разделов современной математики, ведущий исследования по актуальным проблемам математики и ее приложений, с высоким уровнем исследований по всем основным направлениям работы, обеспечить комфортные условия для сотрудников в проведении математических исследований как в рамках госзаданий, так и по различным российским и зарубежным грантам, по научным договорам о сотрудничестве и хозяйственным договорам, обеспечив современных рабочие места, доступ к Интернету и информационным профессиональным научным базам данных, научной библиотекой, возможностью готовить молодые математические кадры и высокопрофессиональные кадры для науки и высокотехнологических производств, возможности участия и проведения международных конференций с привлечением ведущих российских и зарубежных ученых для организации и проведения исследований высокого научного уровня, обеспечить возможности для публикации результатов в ведущих математических журналах, применимости полученных результатов в различных направлениях науки и при создании новых технологий.

2.2. Задачи Программы развития:

1. Выполнение Задачи 2 из программы «Наука»: Создание научных центров мирового уровня, включая сеть международных математических центров и центров геномных исследований, в её части 2.4: Создано не менее 4 международных математических центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по актуальным направлениям развития математики с участием российских и зарубежных ведущих учёных.

2. Организация научно-исследовательских работ научных работников по всем основным разделам тематики института: Алгебра, теория чисел и математическая логика, Геометрия и топология, Математический анализ, дифференциальные уравнения и математическая физика, Теоретическая физика элементарных частиц и атомного ядра, Теория вероятностей и математическая

статистика, Вычислительная математика, Дискретная математика, информатика и математическая кибернетика, Математическое моделирование и методы прикладной математики, обеспечив разработку наиболее актуальных направлений, которые определяются приоритетами как самой математической теории, так и теми вызовами которые стоят перед российской наукой по обеспечению приоритетов научно-технологического развития, использованию в новых конкурентноспособных технологий, в частности в задачах моделирования и цифровизации различных моделей как объектов моделирования, так и процессов, важную роль играют проблемы математики и в развитии интеллектуальных систем прогнозирования, систем управления и принятия решений, основанные на обработке больших данных и новых ИТ-технологий.

3. Для успешного развития математических исследований важнейшую роль играют тесные научные связи с ведущими учеными, работающие в различных направлениях математики. Для развития международного сотрудничества стоит задача в рамках Национального проекта «Наука» проработать вопрос создания Консорциума совместно с ведущим в России Новосибирским Национальным исследовательским государственным университетом Международного математического центра для проведения совместных научных исследований с ведущими и активно работающими молодыми учеными, проведению Международных математических конференций, молодежных научных школ, специализированных воркшопов, лекций ведущих в мире математиков по актуальным проблемам математики. Важнейшей задачей является обеспечение возможностей наших ученых в международных конференциях с докладами по полученным результатам, что является необходимым условием для продвижения, полученных российскими учеными результатов в мировом математическом сообществе. Важным является и работа российских математиков в крупнейших математических организациях таких как Международный математический союз, Ассоциация символической логики, Американское и Европейское математические общества, Computability in Europe и других, а также в их мероприятиях; конференциях, воркшопах и молодежных научных школах, а также участие в редакционных коллегиях зарубежных математических журналов.

4. Кадровая проблема является важнейшей для развития как самого института, так и подготовки математических кадров для развития и использования математических методов в современную эпоху цифровой экономики, которая является частью экономики знаний. Подготовка высокопрофессиональных математиков мирового уровня, а также молодых ученых является очень острой проблемой современного этапа развития науки в России. За прошедшие годы сформировался разрыв между поколениями ученых, нарушились во многих научных школах воспроизводства новых лидеров в разработки новых тематик и получении ярких научных результатов. Математиков среднего возраста, которые могли бы взять на себя лидерские позиции в развитии ряда направлений явно недостаточно, что может привести к разрушению научных школ, имеющих высокое научное признание в мире, что ведет к оттоку молодых сложившихся ученых из страны или в лучшем случае из Сибири в Москву и Санкт-Петербург, а также в аспирантуру в

зарубежные университеты. Создание для них условий для плодотворной научной работы у нас в стране, с возможностью научных контактов с ведущими зарубежными учеными является важной задачей Национального проекта «Наука». В рамках этой проблемы важным элементом служат гранты как для молодых ученых, так для научных коллективов с участием молодых ученых. В этом существенную роль могут играть Советы научной молодежи по обмену опытом подготовки заявок на международные российские и зарубежные гранты, стажировка молодых ученых в ведущих в мире коллективах отдельных научных направлениях как в России, так и зарубежом. В рамках решения кадровой проблемы науки, и, в частности, математики, главным элементом подготовки математиков исследователей должна стать академическая аспирантура, где упор делается на исследовательскую компоненту, а учебная часть является вспомогательной в этом процессе.

5. Проблема кадров тесно взаимосвязана с вопросами качества математического образования в России. Участие в проблеме формирования качественного математического образования является также приоритетной задачей Института. Необходимо дальнейшее развитие взаимодействия ИМ СО РАН с НГУ, базовых кафедр Механико-математического факультета и Факультета информационных технологий, базовые кафедры которых созданы в ИМ СО РАН и являются важным элементом внедрения современных математических знаний в учебный процесс НГУ, что и обеспечивает высокий уровень Новосибирского государственного университета в естественных науках. Сотрудники института составляют большую часть преподавателей математических курсов различных направлений в НГУ. Важнейшим элементом математического образования является школьное образование. Ими подготовлены учебники и учебные пособия, которые используются в учебном процессе не только в НГУ, но и в других университетах России и зарубежных университетах, часть из них переведена и издана на английском и других языках. Для решения этих задач традиционно сотрудники Института работают в Специализированном учебно-научном центре (ФМШ им М.А. Лаврентьева) НГУ, занимаются написанием учебников по математике для школ. Некоторые из них были удостоены премий Президента и Правительства. Эту работу необходимо поддерживать и расширять, в рамках создаваемого Международного математического центра планируется поднять эти работы со студентами, магистрантами, аспирантами НГУ и школьниками СУНЦ НГУ на новый уровень, привлекая их к исследовательской работе, организуя лекции российских и зарубежных ученых для них по самым интересным и приоритетным проблемам математики.

6. В задачи, стоящие перед институтом, большая и важная роль принадлежит молодым исследователям, им предстоит в скором времени брать на себя лидерские позиции не только в качестве управленцев, но что не менее важно и в математике. Эти задачи решаются не быстро, а такого лидера нужно всячески поддерживать, доверяя все более ответственные научные исследования, подготовку научных обзоров, приобретение опыта формирования новых научных проблем в рамках направлений исследования, формирование такой тематики в отношении этих проблем, которые порождают новые знания, новые методы. Задача формирования

научных лидеров, которые способны брать на себя ответственность и предлагать комплекс исследований, которые направлены на решения новых задач в рамках, разработки моделей для новых технологий, востребованных в различных сферах.

7. Развитие издательства российских ведущих математических журналов, а также в ИМ СО РАН, является стратегической задачей развития математических исследований в России. Математические журналы определяют направления развития математики в нашей стране и приоритетные области исследований. В условиях суверенитета России определения приоритетов развития науки в России в интересах приоритетного развития науки в интересах перехода и развития нашей экономики через внедрение новых технологий и перехода на новый этап развития цифровой экономики двигаться в хвосте научных исследований, ведущихся в богатых западных странах, которые могут определять широкий фронт научных исследований в условиях абсолютных цифр финансов, выделяемых на науку, является заведомо неперспективным. Математические школы в России имеют достижения самого высокого уровня, позволившие стране решать проблемы развития космической техники, авиастроения и ядерного и термоядерного оружия. Основатель Института математики СО РАН С.Л.Соболев, кстати один из научных руководителей ядерного проекта, заложил при создании института формирование и развитие математических школ мирового уровня, которые до сих пор не утратили своего лидерства в мировой математической науке. Поэтому по праву журналы института математики имеют высокую научную репутацию и их развитие является приоритетной задачей. Математические журналы Сибирский математический журнал и Алгебра и логика, первым главным редактором которых был академик А.И.Мальцев, входят во все международные базы, в частности в Scopus и Web of Science имеют высокий научный рейтинг, журналы Сибирский журнал индустриальной математики, Дискретный анализ и исследование операций, Математические труды также переводятся на английский язык и представлены в Scopus, новый созданный в институте электронный журнал «Сибирские электронные математические известия» также представлен в Scopus и Web of Science. Задача заключается в повышении импакт-факторов журналов, привлечении зарубежных авторов и ведущих иностранных ученых для работы в редколлегиях журналов, а также повышении качества рецензирования предлагаемых к публикации работ. Это будет способствовать более широкому распространению не только результатов российских авторов и их признанию, но и повышению приоритетности проводимых в России среди западных ученых, но и формированию и поддержке этих исследований через включение западных ученых в эти исследований. Нужно отметить, что этот процесс достаточно трудный и долгий, но успех основан на тех приоритетных исследованиях нашего института, которые уже имеют широкое признание за рубежом и представители школ которых, приглашаются и активно в больших количествах представлены в заграничных университетах.

8. Просветительская задача по проблемам развития математики, сфер ее применения, роли математического образования как значимого элемента культуры является также задачей сотрудников института. В современную эпоху развития информационных

технологий и внедрение в самых разных сферах ее продуктов, а также в условиях цифровизации экономики, проблем обработки больших данных, а также построения «интеллектуальных» систем для проблем прогнозирования, принятия решений и управления сложными и многокомпонентными системами возникает иллюзия, что такие машины способны решить все проблемы. Знаменитая теорема Геделя устанавливает принципиальную неполноту все наших знаний даже об арифметике, к которой мы сводим все проблемы цифровизации, а исследования нашего сотрудника академика С.К. Годунова показывают всю сложность перехода от непрерывных моделей процессов к их дискретизации для применения цифровых методов их решения. Математические методы в математической экономике, открытые нобелевским лауреатом, математиком, академиком, работавшем в ИМ СО РАН применимы к оптимизации процессов только линейных. Все эти проблемы необходимо распространять как среди школьников, для более содержательного понимания математической стороны обучения, так и среди специалистов, которые уверены в непогрешимости математики, но применяют неадекватные методы для решения своих проблем. Эта сторона деятельности по распространению математических знаний, их значимости и важности для решения многих новых проблем современности является также задачей академической математической науки.

9. Задача комплексных исследований по современным проблемам науки требует тесной кооперации в исследованиях и разработках взаимодействия математиков с исследователями разных направлений фундаментальной науки, а также с представителями современных высокотехнологичных производств как в области моделирования, математического моделирования, цифровизации моделей. А также исследование полученных моделей, их адекватности поставленным задачам. Это источник новых математических моделей и задач. В условиях необходимости развития цифровых моделей для разных объектов и процессов необходимостью является более тесные взаимодействия с институтами СО РАН, вузами на базе договоров о сотрудничестве и формирование совместных проектов и с институтами, и с высокотехнологичными предприятиями и фирмами. К числу проблем в этом направлении лежат вопросы обработки больших данных и выявление закономерностей. Адекватность предложенных методов в каждой конкретной ситуации требует глубокого математического анализа в связи с проблемой “Black Box”. Аналогичные проблемы лежат в проблемах интеллектуальных систем прогнозирования и управления сложными многокомпонентными объектами. В этом направлении стоит задача разработки таких решения для проблем роботизации, формирования управления большими объемами потоковой информации и другие требуют совершенно разнообразных специалистов от гуманитарных, биологических, медицинских наук до математики.

Именно на базе такого сотрудничества будут формироваться и новые задачи фундаментального характера в математике, а также становится возможной непосредственная реализация в конкретном продукте идей и методов фундаментальной математики.

10. Задача улучшения инфраструктуры организации исследований в области математики стоит в обеспечении сотрудникам условий для проведения математических исследований, доступности научной литературы, в частности монографий по актуальным направлениям математики, доступность Интернета как для общения с другими исследователями, так и доступа к издающейся научной литературе в области математики и в смежных областях, организация представления заявок на гранты для научных исследований и участия в работе конференций, членства в международных математических организациях и ассоциациях, участие в работе научных конференций, воркшопов и молодежных научных школ для молодых математиков и ведущих ученых для чтения лекций, поддержка условий содержания в должном порядке зданий и всей системы функционирования жизнедеятельности институтов, доступность современного оборудования. В скором времени в разработке математических проблем потребуется новая система поддержки таких исследований через интеллектуальные системы обработки и анализа математических текстов, проверки различных гипотез, формирования научных баз данных для поиска закономерностей уже в самой математике. Такие методы уже имеют место в отдельных направлениях математики, но это еще начальные шаги. Поэтому обеспеченность сотрудников современной техникой и программным обеспечением является важной задачей, стоящей перед институтом быть в этом направлении лидерами.

11. В рамках программы Академгородок 2.0 стоит задача совместными усилиями с другими институтами ННЦ СО РАН и НГУ решить проблему проживания приглашенных ведущих ученых, приезжающих на более длительные сроки, чем приезжающих на недельные конференции, как это делается в европейских и американских университетах, а также жилья эконом-класса для молодых зарубежных ученых аспирантов и пост-доков, которое можно арендовать на более длительные сроки и обеспечивающих нормальный комфорт для проживания. Ряд проблем будущего развития нашего научного центра будет связан с этой проблемой при увеличении количества международных научных контактов.

РАЗДЕЛ 3. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА

Название научно-исследовательской программы: «Исследование и решение современных проблем фундаментальной математики»

3.1. Ключевые слова

Алгебра, математическая логика, геометрия, топология, математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, математическая статистика, вычислительная математика, математическое моделирование, дискретная математика, информатика, кибернетика.

3.2. Аннотация научно-исследовательской программы

Научные исследования будут посвящены актуальным проблемам в области теоретической математики, теоретической информатики и дискретной математики. Именно, в области теоретической математики: исследование и решение алгоритмических и аналитических проблем алгебры, теории моделей и теории вычислимости; исследование и решение актуальных проблем геометрического анализа и топологии и их приложения; разработка и исследование асимптотических методов теории вероятностей и математической статистики и их приложения; развитие теории дифференциальных уравнений и ее приложения к задачам естествознания. В области теоретической информатики и дискретной математики: исследование и решение экстремальных, игровых и комбинаторных задач на дискретных структурах.

Научные исследования будут проведены на высоком уровне. Результаты, несомненно, будут соответствовать мировому уровню, а по некоторым направлениям будут определять этот уровень.

3.3. Цель и задачи научно-исследовательской программы на 2019-2023 годы

Цель – исследование и решение актуальных проблем в области теоретической математики, математического моделирования, теоретической информатики и дискретной математики.

Направление 1. Исследование и решение алгоритмических и аналитических проблем алгебры, теории моделей и теории вычислимости

Планируется изучение фундаментальных проблем в теории групп и теории колец.

Исследование проблемы взаимосвязи алгоритмических и структурных свойств логических исчислений и их семантик, выявление основных свойств различных моделей вычислимости и исследование теории нумераций, как математического базиса изучения алгоритмических свойств математических объектов. Цели исследований лежат в русле современных проблем математической логики. Особое внимание сосредоточено на разработке методов построения моделей с заданными на формальном логическом языке свойствами

Изучение обобщённой теории вычислимости в основном в рамках теории допустимых множеств и различных видов описаний и определимости алгебраических структур и классов алгебраических структур относительно этого подхода с особым акцентом на наследственно конечные надстройки над структурами и связь этой теории с классической теорией вычислимости и теорией конструктивных моделей.

По тематике «Универсальная алгебраическая геометрия и теория инвариантов» основными объектами исследований являются системы уравнений и их координатные алгебры для различных классов классических алгебраических систем (групп, колец, решеток и графов).

Направление 2. Исследование и решение актуальных проблем геометрического анализа и топологии и их приложения

Развитие связей, возникающих между теорией интегрируемых систем и различными геометрическими структурами. Исследование проблем вычислительной математики, ориентированные на различные приложения. Исследование задачи об интегрируемых геодезических потоках на трехмерных торах. Исследование проблемы классификации трехмерных многообразий.

В рамках исследования того, какие геометрические характеристики многогранника в евклидовом пространстве остаются неизменными в процессе изгибания, предполагается показать, что в процессе изгибания спектр трёхмерного оператора Лапласа, рассматриваемого в области, ограниченной изгибаемым многогранником, снабжённого нулевыми граничными условиями Дирихле и Неймана, не обязательно сохраняется. Описание геодезически орбитальных инвариантных субримановых метрик на субримановых и субфинслеровых пространствах. Точные аналоги классических теорем вложения пространств Соболева в метрическом случае, включая вложения в пространства Орлича и в пространства Лоренца и случай, когда мера не удовлетворяет условию удвоения, а также случай переменной гладкости. Описание классов функций ограниченной регулярности на группе Гейзенберга. Теоремы устойчивости с учетом близости производных в пространствах Соболева с показателем суммируемости выше естественной для классов решений дифференциальных уравнений с квазивыпуклой функцией и нуль-лагранжианом. Тонкие свойства отображений с весовым ограниченным (p,q) -искажением. Описание групп Карно произвольной глубины и пространств Карно – Каратеодори, для которых постановка задачи о минимальных поверхностях корректна, а также описание классов минимальных поверхностей на этих структурах. Выяснение структуры множества экстремумов функций на квазиметризуемых и компактных пространствах, а также их связь с кардинальнозначными инвариантами этих пространств. Создание алгоритма разбиения цифрового изображения зерна на зерна с последующим вычислением его модулей упругости.

Будут изучены геометрические свойства многогранников в пространствах постоянной кривизны. Будут развиты методы качественного и численного исследования плоских полиномиальных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Будут исследованы пространства дифференциальных форм и соответствующие пространства когомологий на римановых многообразиях и пространства когомологий топологических групп и метрических пространств с мерой.

Направление 3. Разработка и исследование асимптотических методов теории вероятностей и математической статистики и их приложения

Нахождение новых и уточнение уже известных асимптотических свойств распределений в нескольких классах трудных задач теории вероятностей и математической статистики, в том числе исследование вероятностей больших отклонений, получение новых интегро-локальных предельных теорем, анализ распределений в граничных задачах для случайных блужданий и процессов,

асимптотические исследования в математической статистике, разработка и применение прикладных статистических методов в медицинских исследованиях, и ряд других прикладных исследований (системы обслуживания, вопросы финансовой математики).

Изучение асимптотических свойств критических ветвящихся процессов с многими типами короткоживущих (с конечным средним у продолжительности жизни) и разнородными типами долгоживущих частиц (с бесконечным средним у продолжительности жизни) в случае правильного изменения хвостов распределения для последних типов частиц с различными параметрами, зависящими от типа частиц. Разработка и программная реализация алгоритмов и методов машинного обучения для поиска закономерностей из медицинских показателей, характеризующих социально значимое заболевание или генетически обусловленное патологическое состояние, построения диагностической шкалы на базе метода штрафных функций для моделирования нормального распределения значений шкалы у диагностируемых объектов. Применение сплайнов для приближения функции одной переменной и ее производных при наличии экспоненциального пограничного слоя. Будут исследоваться полиномиальные сплайны на сетке Шишкина и экспоненциальные сплайны.

Направление 4. Развитие теории дифференциальных уравнений и ее приложения к задачам естествознания

Проведение исследований по трем основным направлениям: задачи теории уравнений с частными производными; задачи теории дифференциально-разностных уравнений; задачи оптимального управления и идентификации. Основными целями по первому направлению являются постановки различных краевых задач для некоторых типов уравнений, доказательство разрешимости задач, изучение свойств их решений. Основными целями по второму направлению являются изучение устойчивости решений различных дифференциально-разностных уравнений, исследование задачи об экспоненциальной дихотомии для линейных разностных уравнений с периодическими коэффициентами, изучение периодичности и изохронности малых колебаний полиномиальных уравнений Лъенара. Основными целями по третьему направлению являются разработка численных методов для вычисления оптимального по расходу ресурса управления динамическими системами, изучение задач вариационной идентификации для систем дифференциальных и разностных уравнений.

В области исследования прикладных и фундаментальных проблем электромагнитного зондирования неизвестных сред основное внимание будет уделено таким математическим моделям, как гиперболические системы дифференциальных уравнений первого порядка и полихроматическое уравнение переноса. Будут исследованы прямые и обратные задачи для дифференциальных уравнений с разрывными коэффициентами при старших производных как важный элемент теории зондирования неоднородных сред физическими сигналами. Развитие и применение обобщенного преобразования Радона для широкого круга задач, связанных с волновым уравнением, уравнением Власова, уравнениями Максвелла и др. Применение теории марковских процессов к проблемам идентификации трещин.

Будут исследованы задачи типа зондирования для дифференциальных уравнений с разрывными коэффициентами при старших производных, а также для интегральных уравнений в свертках. В рамках томографии, дефектоскопии и интегральной геометрии будут разработаны новые математические модели физических и биологических сред. Будут разработаны и численно реализованы алгоритмы решения исследованных задач, а также произведено их сравнение с ранее полученными результатами. В области исследования обратных задач математической физики и численных методов их решения будут изучены вопросы корректности новых постановок обратных задач для уравнений акустики, электродинамики, упругости, теплопроводности. Будут созданы численные методы решения обратных и условно-корректных задач, выполнено исследование вопросов устойчивости и точности алгоритмов решения задач. В области исследования обратных задач для эволюционных уравнений будут развиты новые подходы исследования многомерных обратных задач для эволюционных уравнений. Будет продолжено развитие нового метода исследования обратных задач математической физики, основанного на системах уравнений лучевого разложения решений параболических и гиперболических уравнений с переменными коэффициентами.

Разработка термодинамически согласованных моделей механики сплошных сред и их приложений к конкретным задачам механики и физики. Исследование разрешимости нелинейных эллиптико-параболических уравнений. Развитие нелокальных подходов к асимптотическим методам теории возмущений. Изучение параметрической неустойчивости для уравнений с операторами, содержащими участки непрерывного спектра. Создание основ теории сверхустойчивости гиперболических систем. Выяснение необходимых и достаточных условий полунепрерывности снизу интегральных функционалов на всех измеримых подмножествах (в битинг смысле).

Будет обоснована устойчивость слабой ударной волны, одного из двух теоретически возможных решений проблемы обтекания бесконечного клина сверхзвуковым равномерным потоком газа, для исходной квазилинейной постановки в случае реального газа Ван-дер-Ваальса. Будет исследована линейная устойчивость по Ляпунову аналогов решения Пуазейля для течений вязкоупругой полимерной жидкости в бесконечном плоском канале в каждом из трех возможных вариантов обобщения модели Покровского-Виноградова.

Объектом планируемого исследования являются механизмы рождения и распадов тяжёлых кваркониев с целью выяснения как их природы, так и природы продуктов распада.

Направление 5. Исследование и решение экстремальных, игровых и комбинаторных задач на дискретных структурах

В области дискретной оптимизации: определение вычислительной сложности и аппроксимируемости задач комбинаторной оптимизации; выявление структурных свойств комбинаторных объектов; разработка быстрых точных и приближенных алгоритмов (как

эвристических, так и с априорными оценками точности) для задач дискретной оптимизации; разработка методов решения дискретных задач двухуровневого математического программирования.

Исследование дискретных экстремальных задач, которые индуцируются оптимизационными моделями проблем анализа данных (в том числе большеразмерных), распознавания образов, машинного обучения, аппроксимации, компьютерной геометрии, статистики. Анализ вычислительной сложности этих задач, изучение вопросов их алгоритмической аппроксимируемости и построение эффективных алгоритмов с гарантированными (априорно доказуемыми) оценками качества (точности, трудоемкости, надежности) для их решения.

Изучение строения разреженных графов (включая плоские графы и графы, вложимые в фиксированную поверхность) применительно к задачам раскраски (разбиения дискретного объекта на более простые подобъекты); получить новые оценки для трудновычислимых характеристик графов и гиперграфов через их эффективно вычисляемые характеристики. Перечисление дистанционно регулярных структур в транзитивных графах, в частности – в бесконечной прямоугольной решетке.

Метрические и комбинаторные задачи дискретного анализа, теории кодирования, криптографии. Вложения графов в гиперкубы и задачи кодирования структурированной информации. Конструкции и свойства помехоустойчивых кодов. Алгебраические и геометрические методы построения и анализа криптографических свойств булевых функций. Исследование задач анализа, синтез и надёжности функционирования дискретных моделей генных сетей.

Исследование вероятностных моделей больших систем взаимодействующих объектов и их применений в математической экономике и эконометрике, финансовой и актуарной математике; разработка методов решения стохастических оптимизационных задач, возникающих при управлении функционированием сложных экономических систем в условиях неопределенности.

Разработка методов исследования и решения задач дискретного программирования. Построение и анализ математических моделей задач проектирования сложных изделий, и разработка алгоритмов решения этих задач. Анализ и решение современных задач календарного планирования и логистики.

Разработка теоретических и технологических основ обработки и представления информации об объектах различной природы с решением задач идентификации по совокупности значений параметров, анализа состояния и моделирования поведения для информационного сопровождения процесса принятия решений.

3.4. Общая информация об исполнении исследовательской программы

В 2020 году в рамках государственного задания ИМ СО РАН выполнялись работы по 22 проектам. По всем проектам планы НИР выполнены. На базе ИМ СО РАН выполнялись работы по 42 проектам РФФИ, по 8 проектам РНФ и по 1 проекту по грантам

Президента РФ. Все выполненные научно-исследовательские работы соответствуют приоритету научно-технологического развития, «большим вызовам», указанным в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642: а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

- Нартов Б.К., Полуянов А.Н. Программа для ЭВМ «Моделирование двукритериального поиска с коррекцией исходных распределений объектов» - Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020665142. Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. - Официальный бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности, 2020, №12.
- Бериков В.Б., Козинец Р.М. Программа построения деревьев решений по сходству объектов в задачах анализа статистических данных // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020616148, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, Бюл. № 6. 2020.
- Пальчунов Д.Е., Ошканов В.С., Ненашева Е.О. Программная система «Text2Time» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020610344, зарегистрировано 13.01.2020.

В конце 2019 года получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и не вошли в отчет за 2019 год:

- Нартов Б.К., Полуянов А.Н. Программа для ЭВМ «Моделирование задач поиска с риском гибели» - Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019663920. Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. - Официальный бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности, 2019, 11.
- Нартов Б.К., Полуянов А.Н. Программа для ЭВМ «Моделирование неаддитивного управления взаимодействующими подвижными объектами» - Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019667063. Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. - Официальный бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности, 2019, 12.

3.5. Краткое описание и ключевые характеристики результатов реализации исследовательской программ (полученных за отчетный период) и возможность их практического использования (публикации, патенты, новые технологии)

Перечислим важнейшие результаты, полученные в 2020 году.

Направление 1. Исследование и решение алгоритмических и аналитических проблем алгебры, теории моделей и теории вычислимости

Получены следующие основные результаты: 1. Построен континуум попарно неизоморфных про- r -групп, имеющих в многообразии метабелевых про- r -групп копредставления с двумя образующими элементами и одним определяющим соотношением. 2. В рамках исследования возможности построения индуктивной теории π -субмаксимальных подгрупп найдены примеры, показывающие отличие в поведении π -максимальных и π -субмаксимальных подгрупп при гомоморфизмах с π -отделимыми ядрами. 3. Доказано, что если X – полный класс конечных групп, то X -субмаксимальная подгруппа конечной группы X -максимальна в своем нормализаторе. 4. Доказано, что не существует формулы, выражающей в радикалах площадь треугольника на евклидовой плоскости через длины его биссектрис. 5. Описаны унитарные простые йордановы супералгебры, четная часть которых является полем. 6. Доказано, что любая йорданова скобка, заданная на координатной алгебре двумерной сферы, является обобщенной скобкой Пуассона. 7. Доказано, что на координатной алгебре сферы нечетной размерности можно задать йорданову скобку, дубль Кантора которой является простой йордановой супералгеброй. 8. Построены примеры простых абелевых йордановых супералгебр, нечетная часть которых является конечнопорожденным проективным модулем ранга 1 с любым числом порождающих. 9. Описаны все операторы Роты – Бакстера ненулевого веса на алгебре матриц третьего порядка, не являющиеся операторами проектирования на одну подалгебру параллельно другой. 10. Найдены минимальные многочлены для образов степеней циклической подстановки в обыкновенных неприводимых представлениях знакопеременных и симметрических групп. 11. Показано, что граф простых чисел простой знакопеременной или спорадической группы расщепляем. Граф простых чисел конечной простой группы лиева типа в большинстве случаев нерасщепляем. 12. Построен широкий класс простых (правосимметрических) (супер)алгебр, содержащих матричную подалгебру с общей единицей. Доказана ассоциативность простых конечномерных $(1,1)$ -супералгебр с полупростой четной частью над алгебраически замкнутым полем характеристики 0. 13. Описаны множества порядков элементов групп внутренне-диагональных автоморфизмов конечных простых линейных, унитарных групп и исключительных групп лиева типа.

В рамках исследования теории моделей и универсальной алгебры описана структура политригонометрических теорий с условием симметрии, исследованы условия существования для квазимногообразий условия Q -универсальности В.А.Горбунова, квазимногообразий без независимого базиса квазитождеств. В теории вычислимости решена проблема полиномиальной представимости полей вещественных алгебраических чисел и алгебраических чисел. Решен вопрос о связи полиномиальных структур с полиномиальными фактор-структурами на основе связи с проблемой $P=NP$. Полностью решена проблема автоустойчивости относительно ограниченных фрагментов теории булевой алгебры. Получена независимость Тьюринговых степеней разрешимой

автоустойчивости почти простых моделей, получен новый алгоритм вхождения для проективных плоскостей. В нестандартных логиках разработан общий подход к аксиоматизации модальных систем с сильным отрицанием, а также дефинициальной эквивалентности для логик без отрицания, установлена связь различимости и узнаваемости. Доказано, что поле комплексных алгебраических чисел и упорядоченное поле вещественных алгебраических чисел имеют изоморфные представления в виде структур, вычислимых за полиномиальное время. Дано описание алгоритмов поиска доказательств в дедуктивных системах общего вида.

Найдены критерии существования позитивных всюду определенных вычислимых Π^1_1 -нумераций семейств надмножеств заданного Π^1_1 -множества и существования однозначных вычислимых Σ^1_1 -нумераций семейств подмножеств заданного Σ^1_1 -множества. Рассмотрены вопросы существования негативных вычислимых Π^1_1 - и Σ^1_1 -нумераций указанных семейств. Введено понятие $K\Sigma$ -структуры и доказано существование универсальной Σ -функции в наследственно конечной надстройке над такой структурой. Описано расположение Σ -степеней интервальных расширений плотных линейных порядков относительно Σ -степеней исходных порядков. Установлена эффективная определимость интервальных аппроксимационных пространств над непрерывными плотными линейными порядками в атомарных аппроксимационных пространствах. Найдены приложения полученных результатов в математической лингвистике. Получены результаты о сложности решеток подмногообразий и конгруэнций дифференциальных группоидов и решеток конгруэнций специальных унарных алгебр. Исследовано число нестандартных подмногообразий квазимногообразия, содержащего В-класс с независимым базисом квазитождеств и без него. Построена семантика твист-структур для коннексивной логики Вансинга С. Доказано, что расширение С с помощью закона исключенного третьего имеет интуиционистский позитивный фрагмент. Предложен критерий идентификации структурных отношений в схемах RST (Rhetoric Structure Theory) на основе логических форм и связанных с ними пресуппозиций. Эмпирическим материалом для проверки критерия послужили тексты на русском языке.

В диофантовой алгебраической геометрии над любой абелевой группой есть результат о том, что неприводимые компоненты любого непустого алгебраического множества изоморфны между собой, а их число вычисляется как индекс неприводимой координатной группы в приводимой. Исследован этот же аспект в произвольном случае, когда рассматривается алгебраическая геометрия над абелевой группой с коэффициентами в некоторой её сервантной подгруппе. Доказано, что всякий стандартный путь с постоянными внутренними кривизнами на сферах псевдоевклидова пространства есть орбита некоторой однопараметрической подгруппы группы движений этой сферы. Получены результаты о радикалах систем уравнений над строгими линейными порядками. Найдены оценки на минимальную высоту линейного строгого порядка L такого, что все строгие порядки высоты не более n аппроксимируются L . Изучена проблема (топологической) неизменной порожденности линейных групп и групп автоморфизмов деревьев. Полученные результаты показывают, что группа Ли $SL(2, \mathbb{R})$ и группа автоморфизмов регулярного дерева являются TIG-

группами, и что группы $PSL(m, K)$, $m \geq 2$ не являются IG для некоторых счетных полей бесконечной степени трансцендентности над простым полем. В пространстве всех комплекснозначных гармонических многочленов трех переменных имеется естественный линейный базис, состоящий из собственных функций вращений вокруг оси z . Каждая из них есть произведение некоторой степени функции $x+uy$ или $x-uy$ на однородный инвариантный многочлен p . Найдены все такие многочлены p степеней не выше пяти, для которых p или p/z , в зависимости от четности степени, приводимы над полем рациональных чисел, а также доказана конечность множества таких многочленов степеней шесть и семь. Изучена генерическая сложность проблемы представимости натуральных чисел суммой двух квадратов. Данная проблема, восходящая еще к Ферма и Эйлеру, тесно связана с проблемой факторизации целых чисел и проблемой распознавания квадратичных вычетов по составным модулям, для которых не известно эффективных алгоритмов. Доказано, что при условии трудноразрешимости проблемы представимости натуральных чисел суммой двух квадратов в худшем случае $P=BPP$, для этой проблемы не существует полиномиального сильно генерического алгоритма.

На Программную систему «Text2Time» (авторы: Пальчунов Д.Е., Ошканов В.С., Ненашева Е.О.) получено «Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020610344» (зарегистрировано 13.01.2020). На основе теоретико-модельного подхода разработаны алгоритмы, реализованные в программе. Система предназначена для извлечения знаний из текстов на русском языке и построения атомарной диаграммы модели по ним. Результатом является набор атомарных предложений и отрицаний атомарных предложений (фрагмент атомарной диаграммы) сигнатуры, состоящей из символов двухместных предикатов и констант, построенный по тексту естественного (русского) языка. Полученные результаты являются новыми, уровень результатов соответствует мировому, они опубликованы в ведущих международных математических журналах. Все результаты подкреплены публикациями статей и тезисов конференций в мировых научных журналах, индексируемых в базах Web of Science, Scopus и выступлениями с приглашенными докладами на международных и российских конференциях. Результаты будут использованы в дальнейших исследованиях в области математической логики и теории вычислимости по современным актуальным направлениям, а также могут быть положены в основу развития современных прикладных проблем математического моделирования управления сложными системами и цифровизации представления и обработки больших данных. Теории нумерации и вычислимых моделей, теорий семантического моделирования являются математическим аппаратом для исследования и разработки алгоритмов для ряда прикладных проблем математики в области «цифровизации» и интеллектуальных систем в области Искусственного интеллекта и машинного обучения. Результаты НИР могут быть использованы в будущем в качестве руководящих методологических принципов при создании компьютеров и программных систем, основанных на новых принципах, систем, поддерживающих коммуникацию с компьютером на естественном языке, систем поиска в интернете и автоматического перевода, а также дальнейших исследованиях по данной теме. Все

результаты научно-исследовательской работы могут быть использованы при подготовке учебных курсов и специальных учебных курсов по тематике НИР.

Направление 2. Исследование и решение актуальных проблем геометрического анализа и топологии и их приложения

Результаты работы в 2020 году: детально исследованы свойства булевозначных алгебраических систем теоретико-множественной сигнатуры; введены и исследованы понятие полной решеточной сходимости на векторных решетках и понятие *bidual bounded* uo -сходимости в векторных решетках; унифицированы классическая теорема С.Н.Бернштейна 1912 г. о степенном убывании уклонений сумм Фейера гильбертовских функций и теорема А.Г.Качуровского 1996 г. о степенных скоростях сходимости в эргодической теореме фон Неймана; установлены условия принадлежности нуля предельным спектрам операторов, сопряженных к неограниченным интегральным операторам; даны геометрические характеристики преддвойственных пространств к инъективным банаховым решеткам; для Zd - и Rd -действий получена нижняя поточечная оценка супремума эргодических средних; рассмотрено матричное интегральное уравнение Вольтерра второго рода с полумультимпликативным поведением неоднородного члена; исследована асимптотика меры восстановления на борелевских множествах произвольного вида. Предложен метод оценки репрезентативного элементарного объема, на основании которого определяются основные свойства материалов и, в том числе, горных пород. Построен алгоритм численного решения задачи Дирихле-Неймана, возникающей на шаге по времени при исследовании эволюционного движения конечного объема идеальной несжимаемой жидкости со свободной поверхностью (проблема академика Л.В. Овсянникова). Исследованы интегрируемые геодезические потоки на трехмерных торах. Исследованы инварианты трехмерных гиперболических многообразий и гиперболических многогранников, связанные с гипотезой о максимальном объеме. Для линеаризованной редакции метода Годунова численно показано, что на разрывных решениях выполняется закон неубывания энтропии, что является обязательным с точки зрения физики.

Получены принципиально новые уравнения, которым удовлетворяют изгибания первого порядка изгибаемого многогранника, которые дают нам принципиально новые необходимые условия продолжения изгибания первого порядка многогранника в его изгибание; доказано, что каждый правильный многогранник размерности >3 , отличный от 120-ячейника в 4-мерном евклидовом пространстве, таков, что множество его вершин является однородным по Клиффорду – Вольфу конечным метрическим пространством; изучены специальные свойства архимедовых тел. В частности, для каждого архимедова тела приводится его описание как выпуклой оболочки орбиты подходящей точки правильного тетраэдра, куба или додекаэдра под действием соответствующей группы изометрий; дифференциальные уравнения Йона обобщены на подходящие соболевские пространства; получены результаты о тривиальности L_{qp} -когомологий скрученного цилиндра; выведены необходимые и достаточные условия минимальности поверхности-графика,

построенного по классам контактных отображений многообразий Карно глубины 2 в пространства Карно – Каратеодори такой же глубины; построена система координат специального вида на субримановых структурах, образованных векторными полями малой гладкости, и показано, что в ней выполняется аналог локальной аппроксимационной теоремы Громова; для некоторых 2-ступенчатых групп Карно найдены значения констант в $(1, q_2)$ -обобщенном неравенстве треугольника для Вох-квазиметрик; изучены свойства отображений, связанных с горизонтальной соединимостью на группах Карно; доказана непрерывность отображений с конечным искажением на группе Гейзенберга; доказана асимптотически точная количественная жесткость изометрий на группе Гейзенберга; получены результаты, позволяющие на языке понятия весового модуля сформулировать условия, достаточные для возможности аппроксимации функции из весового анизотропного класса Соболева полиномом заданной степени в окрестности внутренней точки области определения; разработан новый метод доказательства эргодических теорем для цепей Маркова с абстрактным множеством состояний; сформулировано понятие хаоса в картановских слоениях; построена многоуровневая модель дезактивации катализаторов; разработаны методы топологического анализа порового пространства среды в процессе его эволюции; разработан алгоритм вычисления функционалов Минковского четырехмерных цифровых изображений.

Дана полная классификация подгрупп конечного индекса в кристаллографических группах без элементов конечного порядка. Кроме того, построены и изучены дискретные аналоги римановых поверхностей и описана структура неподвижных точек их автоморфизмов. Обоснована сходимост ь итерационного алгоритма отыскания невырожденной обратной задачи. Получены условия существования алгебраических предельных циклов для кубических систем типа Дарбу. Исследована возможность описания результатов сложной динамики каталитической реакции, которая была получена в экспериментах в условиях термо-программируемой реакции, выполненных в Институте катализа. Для функциональных классов соболевского типа на неоднородных метрических пространствах с мерой получены теоремы вложения в пространства Лебега и внутренние теоремы вложения в шкале рассматриваемых пространств. Дано полное описание схемы взаимного примыкания образов точек при многозначных квазимёбиусовых отображениях в птолемеевых метрических пространствах. Построены экстремальные выпуклые поверхности, на которых достигается максимальное отношение внутреннего расстояния к внешнему.

Полученные результаты достоверны и вносят существенный вклад в исследуемую область анализа, опубликованы в центральных математических журналах и прошли апробацию на международных конференциях и научных семинарах. Они безусловно соответствуют мировому уровню исследований в этой области науки. Результаты рекомендуются для использования в исследованиях проблем чистой и прикладной математики. Полученные прикладные результаты могут быть применены для разработки нефтяных месторождения и для создания новых более эффективных катализаторов для очистки тяжелой нефти.

Направление 3. Разработка и исследование асимптотических методов теории вероятностей и математической статистики и их приложения

Основные результаты состоят в следующем. 1. Построена общая асимптотическая теория обобщенных процессов восстановления. Завершена работа над монографией "Обобщенные процессы восстановления", автор – А.А. Боровков (важнейший результат). 2. Получены новые теоремы об асимптотике хвоста распределения времени пребывания траектории классического случайного блуждания выше удаляющегося прямолинейного уровня со скоростью, определяемой областью умеренно больших отклонений. Окончательный результат во всей зоне умеренно больших отклонений получен для простейшего симметричного случайного блуждания. 3. Получены верхние и нижние оценки для вероятности того, что случайное блуждание с отрицательным сносом впервые выйдет из интервала через верхнюю границу. 4. Получены обобщения известного неравенства Лундберга для широкого класса неоднородных процессов риска. В частности, получены новые оценки для квазипериодических процессов риска, а также оценки, учитывающие случайный характер плавающей процентной ставки банка, к которому страхователь хранит свои средства. 5. Для широкого класса моделей непараметрической регрессии предложены оценки ядерного типа для неизвестной случайной регрессионной функции. Найдены явные верхние границы скорости равномерной сходимости по вероятности этих оценок к неизвестной случайной регрессионной функции. Построена оценка для среднего случайной регрессионной функции, равномерно состоятельная в широких условиях. 6. Предложен новый класс оценок моды и доказана состоятельность для некоторых представителей этого класса.

В рамках проекта проведены научные исследования по ряду основных направлений современной теоретической математики. При работе использованы методы системного анализа, дифференциальных уравнений с запаздыванием, непрерывно-дискретных немарковских случайных процессов, факторного анализа, а также метод Монте-Карло, вычислительные методы и теория сингулярных возмущений. Основные результаты, полученные при выполнении проекта в 2020 г.: 1. Разработан новый подход к построению и исследованию математических моделей в иммунологии и эпидемиологии в рамках детерминированного и стохастического описания динамики популяций с учетом предыстории их развития. 2. Разработана интерполяционная формула на основе подгонки к сингулярной составляющей интерполируемой функции. Решена задача оптимизации узлов составной формулы Ньютона-Котеса для функций с большими градиентами на основе минимизации погрешности. Исследован каскадный многосеточный метод решения двумерного эллиптического уравнения с пограничными слоями. Решены некоторые прикладные задачи по моделированию течений вязкой жидкости.

В процессе работ получены результаты, обеспечивающие их авторам лидирующее положение в соответствующих областях. Можно с уверенностью утверждать, что полученные результаты соответствуют мировому научному уровню. Новые результаты,

полученные в результате работ по проекту, будут служить дальнейшему прогрессу в области теоретических разработок. Научная значимость результатов состоит в возможности их дальнейшего использования при изучении конкретных стохастических моделей в различных областях науки и приложений, которые трудно перечислить. Любое расширение условий в вероятностной формуле существенно увеличивает область ее практического применения. Уже сейчас мы видим возможность применения планируемых в проекте результатов в сфере экономики, экологии, медицины и здравоохранения, статистической физике, информационно-телекоммуникационных системах и сетях обслуживания. При проведении исследований разработаны новые и усовершенствованы найденные ранее академиком А.А. Боровковым и представителями его школы оригинальные подходы и методы для детального анализа вероятностных свойств случайных блужданий и процессов.

Результаты могут быть использованы при разработке пакетов прикладных программ по моделированию различных конвективно-диффузионных процессов с преобладающей конвекцией. Все результаты носят фундаментальный характер. Уровень полученных результатов сопоставим с мировым, большинство из них не имеют аналогов.

Направление 4. Развитие теории дифференциальных уравнений и ее приложения к задачам естествознания

За отчетный период получен ряд новых результатов по краевым задачам для различных классов уравнений с частными производными, по устойчивости и качественным свойствам решений некоторых классов дифференциально-разностных уравнений, а также по численным методам в теории оптимального управления и идентификации динамических систем.

Получено аналитическое сингулярное разложение (SVD) продольного конусно-лучевого преобразования соленоидальных векторных полей. Получены точные формулы для соответствующих сингулярных чисел. Построены собственные функции Коссера для первой краевой задачи теории упругости в шаре. Ранее они были известны только частично. Предложен метод восстановления фазовой функции по гильбертограммам с помощью полиномов Бернштейна и итерационных алгоритмов Гаусса-Ньютона, Левенберга-Марквардта. Для трехмерных фазовых объектов проведено численное моделирование задачи построения гильбертограмм по полю температур и обратной задачи - определения поля температур по гильбертограммам для случая малого числа ракурсов наблюдений. Решена задача о построении нового, более детального по сравнению с ранее известными, разложения трехмерных векторных и симметричных 2-тензорных полей. Установлены граничные условия, гарантирующие единственность разложений. Исследована задача динамической томографии с движениями типа сдвига по восстановлению двумерных векторных и симметричных 2-тензорных полей по известным значениям лучевых преобразований. Предложены алгоритмы её решения. Исследована задача Коши для дифференциального уравнения с разрывными коэффициентами при старших производных. Доказана теорема существования и единственности решения. Кроме того, доказана единственность решения задачи об определении линии разрыва коэффициента. Для

обобщенного волнового уравнения исследована обратная задача об определении коэффициента при второй производной по пространственной переменной. Опубликован обзор результатов по новым бесфазовым постановкам обратных задач для уравнений Шредингера, обобщенного уравнения Гельмгольца, системы уравнений Максвелла. Установлены условия существования двух циклов у пятимерной блочно-линейной динамической системы, моделирующей функционирование кольцевой геномной сети. Исследован алгоритм решения интегрального уравнения Вольтерра первого рода типа свёртки методом квадратурных сумм. Получены представления решений и коэффициентов уравнений типа уравнения Блохинцева со специальным условием.

Разработана новая гиперболическая термодинамически согласованная математическая модель течения сжимаемой жидкости в упругой деформируемой среде и на ее основе – вычислительная модель распространения волновых полей малой амплитуды в насыщенной упругой пористой среде. Найдено нелокальное описание фазовых колебаний для обобщенных уравнений Матьё–Хилла в бесконечномерных пространствах при отсутствии проблемы малых знаменателей, а также получены достаточные условия на структуру периодических возмущений, при которых не возникает параметрического резонанса для дифференциальных уравнений, моделирующих систему уравнений акустики. Установлен критерий робастности сверхустойчивости гиперболических систем первого порядка с одной пространственной переменной и граничными условиями отражения. Доказано существование решений с ограниченным градиентом для нелинейных анизотропных параболических уравнений с зависящими от времени показателями анизотропии, когда пространственная область удовлетворяет условию внешней сферы. Показано, что для строго квазивыпуклых интегралов решения вариационных задач минимизации сходятся почти в C^1 , если известно, что они сходятся слабо. Наконец, изучена разрешимость задачи управления решениями нелинейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений с неустойчивым положением равновесия.

1) Для простейшей формулы локальной аппроксимации полиномиальными сплайнами порядка n (сплайны Шенберга) показано, что скачок старшей производной порядка $n-1$ приближает n -ю производную исходной функции. Найдено асимптотическое разложение скачка. 2) В теории приближения при решении экстремальных задач, получении оценок погрешности приближения и ряда других задач часто приходится иметь дело с функциями сравнения называемыми идеальными сплайнами Эйлера или функциями (суммами) Фавара. Итоговые результаты и оценки как правило записываются через нормы этих функций, называемые константами Фавара. Приводятся формулы, связывающие константы Фавара с числами Эйлера, Бернулли и Генокки. Найдена очень простая и эффективная рекуррентная формула для вычисления констант Фавара. В качестве приложения установленных связей функций и констант Фавара с многочленами и числами Эйлера найдены явные выражения для оптимальных констант в некоторых задачах экстремальной функциональной интерполяции, решенных ранее Ю.Н. Субботиным. Однако Ю.Н. Субботиным эти константы были найдены в виде p -норм некоторых

функций, явный вид констант им был получен только для $p=\infty$. Удалось найти явный вид констант при любых целых q , где $1/p+1/q=1$, через константы Фавара и числа Эйлера. Аналогичные результаты по нахождению в явном виде констант были установлены для задачи экстремальной функциональной интерполяции в среднем, решённых также Ю.Н. Субботиным.

3) Реализована следующая методика построения поверхностей спиральной камеры гидротурбины. По заданным в технической документации параметрам восстанавливаются плоские сечения входной и основной поверхностей, профили статорных колонн. Сами поверхности восстанавливаются по этим сечениям в виде кубических параметрических сплайнов двух переменных, аппроксимирующих заданные сечения с заданной точностью.

4) Найдены алгебраические условия на коэффициенты, необходимые для линейной устойчивости (относительно аналога сдвигового течения Пуазейля) магнетогидродинамических неизотермических течений в бесконечных плоских каналах (МГД неизотермическая модель), когда на стенках канала задается один из вариантов граничных условий: нормальная производная второй компоненты вектора магнитной напряженности равна нулю или значения этой компоненты. Доказано, что при некоторых условиях на параметры задачи состояние покоя линейно неустойчиво по Ляпунову. Найдены численные решения задачи о движении несжимаемой вязкоупругой полимерной жидкости над горизонтальным диском при наличии постоянного внешнего магнитного поля.

5) Доказана локальная по времени теорема существования и единственности в пространствах Соболева задачи со свободной границей плазма-вакуум для системы уравнений магнитной гидродинамики идеальной сжимаемой жидкости с нулевым полным давлением на свободной границе. Получена априорная оценка решения линеаризованной задачи со свободной границей плазма-вакуум с ненулевым током смещения в вакууме для случая несжимаемой плазмы.

6) Показано, что дихотомия матричного спектра является эффективным инструментом для решения разного рода задач, в частности задач устойчивости и задач о распределении нейтронов в слабосвязных системах.

7) Исследованы почти минимальные кубатурные формулы на периодических пространствах Соболева и их приложения к решению интегро-дифференциальных уравнений типа Риккати методом последовательных приближений.

8) Исследована математическая модель генератора тактовой частоты — прибора класса MEMS. Проведено численное исследование решения ОДУ второго порядка с нелинейной правой частью. Показано, что существует область параметров модели, в которой ограниченные решения с ростом времени стремятся в фазовой плоскости к устойчивому предельному циклу и, следовательно, периодические колебания устойчивы по отношению к внешним возмущениям.

9) Для модели генератора тактовой частоты, в котором высокочастотные колебания подвижного электрода возбуждаются под воздействием последовательности сосредоточенных электростатических импульсов, согласованных с колебаниями подвижного электрода.

Показано, что полуплептонные распады очарованных псевдоскалярных мезонов D^+_s и D^+ в лёгкие скалярные мезоны $f_0(500)$ и $f_0(980)$ естественно объясняются их четырёхкварковой структурой. Кроме того, показано, что радиационные распады кваркония $J/\psi(1S)$ в мезоны $f_0(500)$ и $f_0(980)$ решительно поддерживают этот вывод!

Все полученные результаты являются новыми и их научный уровень соответствует мировому уровню лучших достижений в данной области. Полученные результаты опубликованы в высокорейтинговых научных изданиях, индексируемых в Web of Science, Scopus, MathSciNet, РИНЦ. Полученные результаты дают также новые методы для решения конкретных задач управления объектами, для обработки больших объемов данных, в том числе аудио- и видеoinформации, для анализа моделей функционирования различных систем. Полученные результаты соответствуют мировому уровню развития науки в соответствующей области и могут найти применение при исследовании вновь возникающих задач и практических приложениях в физике, механике, акустике, геофизике. Многие результаты имеют не только теоретический характер, но и могут быть использованы во многих прикладных дисциплинах. К ним относятся: разработка корректных математических моделей геофизики, астрофизики и космологии; проблемы стимуляции нефтяных месторождений при слабых, но длительных вибрационных воздействиях; описание течений многофазных и неньютоновских жидкостей; моделирование химических процессов и реакторов; задачи теории упругости; проблемы управления неустойчивыми эволюционными процессами. Полученные результаты и программное обеспечение могут быть использованы при конструировании и изготовлении гидротурбин (фактически уже используются), при математическом моделировании и изготовлении перспективных образцов микроэлектромеханических резонаторов, при разработке новых методов медицинской диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Результаты предназначены для использования на физических установках, в том числе, на самых известных: BaBar, Belle, Belle II, BES III, LHC (БАК). Кроме того, в процессе работы возникли новые теоретические проблемы, которые предстоит решать в ближайшем будущем.

Направление 5. Исследование и решение экстремальных, игровых и комбинаторных задач на дискретных структурах

Построены и исследованы новые модели и алгоритмы решения для задач теории расписаний по оперативному управлению складом; построены и исследованы новые модели целочисленного линейного программирования, точные и приближенные и алгоритмы для решения задач маршрутизации транс-портных средств с гибким графиком обслуживания клиентов; исследованы частные случаи задачи динамического двухуровневого программирования, в частности, специальная линейная трехуровневая оптимизационная задача; разработаны точные и приближенные алгоритмы их решения полиномиальной трудоемкости для цеховых задач теории расписаний, в которых работы требуют дополнительного ресурса в течение всего времени их выполнения изучена комбинаторная сложность; разработаны приближенные алгоритмы с гарантированной оценкой точности для задач построения расписания работ на параллельных

машинах; исследована задача построения энергетически эффективного расписания на однородных процессорах, позволяющих динамически менять скорость при выполнении заданий; построены приближённые полиномиальные алгоритмы решения задачи агрегации данных в общем случае.

1. Построены эффективные алгоритмы с гарантированными оценками качества для труднорешаемых экстремальных задач, индуцированных прикладными проблемами поиска сгущения объектов. Разработаны точные полиномиальные алгоритмы для задач обработки множеств и последовательностей точек евклидова пространства; для алгоритмов для задач обработки квазипериодических последовательностей проиллюстрирована применимость к решению задач анализа биомедицинских сигналов. 2. Разработаны и исследованы модели и методы машинного обучения, основанные на комбинировании моделей беспризнакового обучения и коллективной кластеризации. Исследованы свойства мер нетривиальности, качества и разнообразия многозначных логических высказываний. Разработанные методы применены для решения прикладных задач анализа изображений и медико-биологической информации. 3. Продолжена разработка общих подходов для сравнения и дифференциации близких символьных последовательностей различной языковой природы. Для сравнения и дифференциации близкородственных микроорганизмов (вирусов и бактерий) предложено использовать полные спектры периодичностей, представленных в их геномах. Подход успешно апробирован на родственных бактериальных геномах псевдотуберкулеза и чумы. На материале двозначных певческих книг 17 века проведен анализ гласовой специфики знаменного распева. Для каждого из 8 гласов выявлены гласоспецифичные цепочки знамен, позволяющие формально по тексту песнопения определять его гласовую принадлежность и использовать для его нотолинейной реконструкции дешифровочные словари, соответствующие данному гласу. 4. Предложена технология выбора наиболее релевантных прецедентов в пространствах большой размерности, предназначенная для выравнивания классового состава обучающей выборки в задачах медицинской диагностики. Исследовались возможности ее использования для решения задач, характеризующихся диспропорцией в количестве собраной статистики по больным и здоровым пациентам.

Предложена новая серия совершенных кодов в Star графе S_n для каждого $n \geq 6$. Арамугам и Кала в 1996 показали что код, соответствующий стабилизатору точки, является совершенным кодом в S_n для любого n , $n \geq 3$. В данной работе для каждого $n \geq 6$ в Star графе S_n построен новый совершенный код, представляющий собой объединение некоторых смежных классов по вложению $PGL(2,5)$ в Sym_6 . Доказано, что комбинаторные t -дизайны и их q -ичные аналоги, разностные множества и двоичные бент-функции эквивалентны совершенным раскраскам вершин в графах Джонсона и Грассмана или в графах, которые являются их естественными обобщениями. Рассмотрены взаимосвязи между теориями паросочетаний в гиперграфах и диагоналей в многомерных матрицах. Сделан обзор наиболее интересных и важных результатов о существовании и числе паросочетаний в гиперграфах, а также разобрано, как их

можно интерпретировать с точки зрения матричного подхода. В частности, исследованы паросочетания в d -дольных d -униформных гиперграфах, гипотеза Райзера и другие обобщения теоремы Холла, а также получены верхние оценки на число совершенных паросочетаний. Доказаны некоторые структурные свойства систем троек Штейнера порядка $3w+3$, содержащих один или несколько трансверсальных поддизайнов $TD(3,w)$. Полным перебором установлено, что имеется 2004720 классов изоморфизма систем $STS(21)$, содержащих поддизайн $TD(3,6)$ (или, что эквивалентно, латинский квадрат порядка 6×6). Построены коды, дуальные коду Касами стандартной длины. Построение осуществлено путем конкатенации циклического МДР-кода с симплекс-кодом. Это дает новый вывод весового распределения кода Касами, новое описание его графа смежных классов и новое доказательство того, что код Касами полностью регулярен. Определены группы автоморфизмов кода Касами и связанного с ним МДР-кода. Построены новые циклические вполне регулярные коды над конечными полями порядка, равного степени двух, Другой широкий класс полностью регулярных кодов, включая аддитивные коды, а также коды без ограничений на аддитивность, получается путем объединения смежных классов кода Касами или обобщенного кода Касами.

Т.И. Федоряевой построена классификация графов малого диаметра по числу пар диаметральных вершин, содержащихся в графе. Установлены все возможные значения параметров n и k , при которых существует n -вершинный граф диаметра 2, имеющий в точности k пар диаметральных вершин. Найден наименьший порядок этих графов. Описаны и подсчитаны такие графы с большим числом вершин. Для любого наперед фиксированного целого $k \geq 1$ внутри каждого выделенного класса n -вершинных графов, содержащих ровно k пар диаметральных вершин, описан класс типичных графов. Для введенных классов исследовано свойство «почти все» для любого $k = k(n)$ с определённым ограничением роста. Доказано, что нельзя ограничить число пар диаметральных вершин наперед заданным целым k , чтобы получить почти все графы диаметра 2. Это исследование расширяет наши представления о структурных свойствах типичных графов небольшого диаметра и связи с решённой ранее проблемой (А. А. Евдокимов, Т. И. Федоряева, “О проблеме характеристики векторов разнообразия шаров”, *Дискретн. анализ и исслед. опер.*, **21**:1 2014). Исследуя метрические свойства криптографических булевых функций, В.Н.Потапов доказал, что для любого простого p минимальное расстояние между регулярными бент-функциями от $2n$ переменных равно p^n . Найдено число таких бент-функций на расстоянии p^n от квадратичной бент-функции вида $x_1x_2+x_3x_4+\dots$ равное $p^n(p^{n-1}+1)\dots(p+1)(p-1)$. Доказано, что минимальное расстояние между двумя двоичными s -платовидными функциями от n переменных не меньше, чем $2^{(s+n-2)/2}$, а между двумя троичными s -платовидными функциями не меньше, чем $3^{(s+n-1)/2}$, и доказано, что эта граница достижима в обоих случаях. Следующий результат молодого участника проекта, аспиранта А.В. Куценко, вошёл в число важнейших результатов ИМ СО РАН за 2020 год. Им исследованы метрические свойства самодуальных бент-функций, и найдена их связь со свойствами отображения дуальности, определяемом на множестве бент-

функций. Эта тематика исследуется в связи с анализом криптографических свойств булевых функций и, в частности, нацелена на решение проблемы более явной характеристики класса бент-функций и их конструирования. Бент-функцией называется булева функция от чётного числа переменных, которая находится на максимально возможном расстоянии Хэмминга от множества всех аффинных функций. Для каждой бент-функции однозначно определяется дуальная к ней бент-функция. Бент-функция самодуальна, если она равна своей дуальной, и анти-самодуальна, если она совпадает с отрицанием своей дуальной. Отображением дуальности называется отображение, которое каждой бент-функции ставит в соответствие дуальную к ней. Оно является единственным известным отображением, которое переводит множество бент-функций от n переменных в себя, сохраняет расстояние Хэмминга, но не является автоморфизмом множества всех булевых функций. А.В.Куценко полностью описана группа автоморфизмов множества самодуальных бент-функций. Доказано, что изометричное отображение всех булевых функций от $n \geq 4$ переменных в себя переводит множество бент-функций в себя и сохраняет расстояние Хэмминга между каждой бент-функцией и дуальной к ней, если и только если оно является элементом группы автоморфизмов множества самодуальных бент-функций. Доказано, что множество самодуальных бент-функций является метрически регулярным. Найдено минимальное расстояние между самодуальными бент-функциями. А.Л.Пережогин доказал, что известные необходимые свойства спектров кодов Грея в булевом гиперкубе являются достаточными для их существования. Это окончательное решение популярной комбинаторной задачи Д. Кнута. Малюгиным получена классификация неэквивалентных линейных 1-совершенных кодов бесконечной длины над бесконечными (счётными) полями. Построено счётное число таких попарно не эквивалентных кодов и доказано, что любой линейный 1-совершенный код бесконечной длины эквивалентен одному из этих кодов.

Исследована математическая первооснова оригинального подхода полиэдральной комплементарности, предложенного для отыскания экономического равновесия в моделях обмена и различных их вариаций. Проблема равновесия сводится к отысканию неподвижной точки точечно-множественных отображений симплекса цен в себя. Дана точная формулировка двойственного варианта предложенного сведения как для модели Фишера, так и для ее обобщений. Получено сведение и для общей модели с переменными бюджетами. Найдены общие условия совпадения нечётких ядер кооперативных игр и супердифференциалов соответствующих характеристических функций. Как следствие, установлено что вектор Шепли является единственным неблокируемым дележом в расширении Обэна любой почти положительной игры с побочными платежами. Полученная общая теорема представления ядра в виде супердифференциала позволяет использовать аппарат субдифференциального исчисления для описания структуры ядер для классических нечетких расширений обычных кооперативных игр. Сформулирована новая модель ТП-игры, в которой кроме характеристической функции используются две дополнительные функции: отношений между игроками и вероятности образования коалиций. Изучены достаточные свойства функции вероятности для её трансформации в вероятностную меру. Обобщённый вектор

Шепли определяется для нового класса игр по аналогии с оригинальным подходом Шепли. Предложена аксиоматизация функций значения на этом классе игр. Доказано, что ей соответствует (обобщённый) вектор Шепли и только он. Изучена модель общего равновесия с несовершенной ценовой конкуренцией типа Бертрана. Доказано, что правительственные ограничения увеличивают социальное благосостояние при вполне естественных предположениях о полезности, справедливых для большинства известных классов функций полезности. При рассмотрении дискретных моделей неклассических рынков сформулированы гипотезы о превосходстве плоской шкалы налогообложения с точки зрения государства и о превосходстве прогрессивной шкалы с точки зрения инвесторов. Изучена модель международной торговли в условиях монополистической конкуренции производителей (в том числе с ритейлингом), в которой производственные издержки необязательно предполагаются линейными, а функция полезности необязательно является аддитивно-сепарабельной. Выявлены ситуации монотонности общественного благосостояния по торговым издержкам. Для синтеза трех уровней агротехнологий, рекомендуемых СибНИИЗИХ СФНЦА РАН, предложен простой алгоритм, учитывающий специфику возникающих задач.

Разработан гибридный алгоритм построения расписаний многопродуктового производства для задач большой размерности. Экспериментально показано преимущество предложенного алгоритма в сравнении с известным ранее алгоритмом по качеству решений и времени счета. Исследована сложность задачи минимизации общего времени обработки идентичных деталей в роботизированных производственных системах. Предложены новые полиномиальные приближенные алгоритмы с константной оценкой точности для задач составления энергетически эффективных расписаний с многопроцессорными работами. Разработаны алгоритмы поиска с чередующимися окрестностями для решения дискретной конкурентной задачи размещения и проектирования с гибким спросом. Для задачи размещения взаимосвязанных прямоугольных объектов на линиях с запрещенными зонами и виадуком с критерием минимизации суммарной стоимости связей построена математическая модель. Доказано, что задача сводится к дискретной и для ее решения можно применять алгоритмы, предложенные для одной линии. Построены и исследованы модели целочисленного линейного программирования для проектирования комплектов сложных изделий на основе постановки смешанной задачи максимальной выполнимости.

Для практически значимых критериев качества управления впервые формализована неаддитивная задача планирования оптимального группового обхода заданных на плоскости зон при заданном пространственном распределении рисков потери управления. Основные результаты получены с помощью разработанных модификаций оригинального метода упругого следа. Часть полученных аналитических результатов верифицирована имитационными экспериментами. Рассмотрены алгоритмы, использующие расстояния между изображениями, в задачах распознавания образов: алгоритм сравнения форм объектов с использованием

гамильтоновой механики точечных ориентиров изображений; алгоритм сравнения форм объектов на основе построения персистентных (ко)гомологий; алгоритм сравнения форм объектов формированием токов де Рама. При распознавании шаблонов изображений объектов форма объекта анализируется с использованием методов персистентных (ко)гомологий. Для автоматизации построения диагностических шкал разработаны компоненты программ нелинейного логистического регрессионного (дискриминантного) анализа, позволяющие задать различные виды регрессионной функции (линейный, полиномиальный, степенной и т.д.). Разработан метод исследования объектов и процессов социально-экономической сферы, сформированный на основе иерархического подхода как комплекс решений последовательности задач с сопутствующим информационным сопровождением. С использованием данного метода сформирована схема субъективной модели действий аналитика.

Полученные результаты являются новыми и соответствуют мировому уровню исследований. Полученные результаты опубликованы в международных рейтинговых изданиях и доложены на международных конференциях. Результаты способствуют развитию математических методов анализа данных, распознавания образов, теории дискретных экстремальных задач. Они имеют приложения, в частности, в исследовании операций, комбинаторной геометрии, вычислительной математике. Теоретические результаты и вычислительные технологии являются инструментами для решения проблем из широкого спектра естественно-научных и технических приложений. Полученные результаты соответствуют мировому уровню достижений в области математических методов анализа данных и распознавания образов, а по некоторым позициям определяют этот уровень. Области применения полученных результатов: а) теория дискретных экстремальных задач, математические методы анализа данных, распознавания образов и прогнозирования, теория вычислительной сложности, статистический анализ временных рядов, вычислительная математика и др.; б) мониторинг (в том числе космический), дистанционное зондирование, геологоразведка, техническая и медицинская диагностика, обработка данных численных экспериментов, компьютерная томография, компьютерная лингвистика, биоинформатика и др. Результаты НИР в области теории графов имеют фундаментальный характер, могут использоваться в преподавательской деятельности, а также для дальнейших исследований в заявленной области; все полученные результаты находятся на переднем крае науки, не уступают лучшим достижениям в данной области. Получены решения как новых, так и тех задач, продвижение в решении которых позволят существенно продвигаться дальше в понимании трудностей или дают новый взгляд на исследуемые вопросы. Некоторые решения используют новые методы и подходы, другие, как, например, решение задач о существовании и построении цепей и циклов со специальными спектральными свойствами, потребовали преодоления существенных комбинаторных трудностей. Полученные результаты могут быть использованы для внутренних потребностей развития теоретических вопросов математической экономики, в частности, математического программирования, общей теории экономического равновесия и договорных отношений. Эти результаты

также могут найти применение в областях науки, техники и народного хозяйства, в которых используются методы математического моделирования сложных социально-экономических систем и процессов. Основные результаты имеют теоретическую и практическую значимость, могут быть использованы в дальнейших исследованиях задач дискретной оптимизации и решении ряда практических задач, возникающих в управлении, планировании и проектировании. Полученные результаты предназначены для разработки информационных систем, решающих комплексные задачи информационного обслуживания лиц, принимающих решения.

Разработанный гибридный алгоритм построения расписаний многопродуктового производства может быть применен для составления расписаний химических производств, включающих стадии подачи сырья, хранения сырья, основной операции, хранения готового продукта и его отгрузки. Построенные модели целочисленного линейного программирования могут использоваться при проектировании сложных изделий в легкой промышленности. Задача выбора наименьшего подмножества в указанном множестве точек при заданном ограничении снизу на квадрат евклидовых расстояний между выбранными точками имеет применения в социальных науках. В частности, если данные точки соответствуют людям, так что координаты точек равны некоторым характеристикам этих людей, то указанная задача может рассматриваться как задача поиска достаточно разнородной группы людей минимальной численности. Алгоритмы решения задач размещения могут применяться при проектировании систем радиосвязи в условиях Крайнего Севера. Математическая модель и алгоритмы решения задачи оптимального размещения взаимосвязанных прямоугольных объектов на линиях с запрещенными зонами с учетом прокладки коммуникаций по виадуку могут быть использованы при проектировании коммуникаций между производственными модулями, например, в нефтехимической промышленности. Предложенные полиномиальные приближенные алгоритмы позволяют составлять энергетически эффективные расписания работы приложений в многопроцессорных компьютерных системах - как с общей памятью, так и с распределенной памятью. Алгоритмы построения циклического расписания обработки партии идентичных деталей применимы при составлении расписаний для химической обработки деталей в автомобильной промышленности.

3.6. Потребители (заказчики) результатов исследований научно-исследовательской программы (обязательно при наличии проектов, включающих проведение поисковых и прикладных научных исследований)

В 2020 году проведены работы по хоздоговорам:

- 1) С ОАО «Силовые машины». Сумма на 2020 г. – 750 000 руб.
- 2) С АО «Альфа-Банк». Сумма на 2020 г. – 2 610 643 руб.
- 3) С ООО «Техкомпания Хуавэй» заключены 3 договора. Сумма на 2020г. – 3 365 848 руб.
- 4) С «Stetellar Solvers» LLC (США). Сумма в 2020 г. – 872 411 руб.

3.7. Новизна и исключительность (конкурентные преимущества), оценка конкурентоспособности на национальном и мировом уровне, влияние на политику импортозамещения, а также на развитие областей российской науки, на социально-экономическое развитие Российской Федерации, субъекта Российской Федерации

Можно с уверенностью утверждать, что полученные результаты соответствуют мировому уровню, а по некоторым позициям определяют этот уровень. В процессе работ по проектам НИР получены результаты, обеспечивающие их авторам лидирующее положение в соответствующих областях. Все результаты подкреплены публикациями статей и тезисов конференций в мировых научных журналах, индексируемых в базах Web of Science, Scopus и выступлениями с приглашенными докладами на международных и российских конференциях.

Результаты будут использованы в дальнейших исследованиях в области математической логики и теории вычислимости по современным актуальным направлениям, а также могут быть положены в основу развития современных прикладных проблем математического моделирования управления сложными системами и цифровизации представления и обработки больших данных. Теории нумерации и вычислимых моделей, теорий семантического моделирования являются математическим аппаратом для исследования и разработки алгоритмов для ряда прикладных проблем математики в области «цифровизации» и интеллектуальных систем в области Искусственного интеллекта и машинного обучения. Результаты НИР могут быть использованы в будущем в качестве руководящих методологических принципов при создании компьютеров и программных систем, основанных на новых принципах, систем, поддерживающих коммуникацию с компьютером на естественном языке, систем поиска в интернете и автоматического перевода, а также дальнейших исследованиях по данной теме.

Полученные результаты достоверны и вносят существенный вклад в исследуемую область анализа. Результаты рекомендуются для использования в исследованиях проблем чистой и прикладной математики. Полученные прикладные результаты могут быть применены для разработки нефтяных месторождения и для создания новых более эффективных катализаторов для очистки тяжелой нефти.

Результаты могут быть использованы при разработке пакетов прикладных программ по моделированию различных конвективно-диффузионных процессов с преобладающей конвекцией.

Полученные результаты дают также новые методы для решения конкретных задач управления объектами, для обработки больших объемов данных, в том числе аудио- и видеoinформации, для анализа моделей функционирования различных систем. Полученные результаты соответствуют мировому уровню развития науки в соответствующей области и могут найти применение при исследовании вновь возникающих задач и практических приложениях в физике, механике, акустике, геофизике. Многие результаты

имеют не только теоретический характер, но и могут быть использованы во многих прикладных дисциплинах. К ним относятся: разработка корректных математических моделей геофизики, астрофизики и космологии; проблемы стимуляции нефтяных месторождений при слабых, но длительных вибрационных воздействиях; описание течений многофазных и неньютоновских жидкостей; моделирование химических процессов и реакторов; задачи теории упругости; проблемы управления неустойчивыми эволюционными процессами. Полученные результаты и программное обеспечение могут быть использованы при конструировании и изготовлении гидротурбин (фактически уже используются), при математическом моделировании и изготовлении перспективных образцов микроэлектромеханических резонаторов, при разработке новых методов медицинской диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Результаты предназначены для использования на физических установках, в том числе, на самых известных: BaBar, Belle, Belle II, BES III, LHC (БАК). Кроме того, в процессе работы возникли новые теоретические проблемы, которые предстоит решать в ближайшем будущем.

Результаты способствуют развитию математических методов анализа данных, распознавания образов, теории дискретных экстремальных задач. Они имеют приложения, в частности, в исследовании операций, комбинаторной геометрии, вычислительной математике. Теоретические результаты и вычислительные технологии являются инструментами для решения проблем из широкого спектра естественно-научных и технических приложений. Области применения полученных результатов в области математических методов анализа данных и распознавания образов: а) теория дискретных экстремальных задач, математические методы анализа данных, распознавания образов и прогнозирования, теория вычислительной сложности, статистический анализ временных рядов, вычислительная математика и др.; б) мониторинг (в том числе космический), дистанционное зондирование, геологоразведка, техническая и медицинская диагностика, обработка данных численных экспериментов, компьютерная томография, компьютерная лингвистика, биоинформатика и др. Результаты НИР в области теории графов имеют фундаментальный характер, могут использоваться в преподавательской деятельности, а также для дальнейших исследований в заявленной области; все полученные результаты находятся на переднем крае науки, не уступают лучшим достижениям в данной области. Получены решения как новых, так и тех задач, продвижение в решении которых позволят существенно продвигаться дальше в понимании трудностей или дают новый взгляд на исследуемые вопросы. Некоторые решения используют новые методы и подходы, другие, как, например, решение задач о существовании и построении цепей и циклов со специальными спектральными свойствами, потребовали преодоления существенных комбинаторных трудностей. Полученные результаты могут быть использованы для внутренних потребностей развития теоретических вопросов математической экономики, в частности, математического программирования, общей теории экономического равновесия и договорных отношений. Эти результаты также могут найти применение в областях науки, техники и народного хозяйства, в которых

используются методы математического моделирования сложных социально-экономических систем и процессов. Основные результаты имеют теоретическую и практическую значимость, могут быть использованы в дальнейших исследованиях задач дискретной оптимизации и решении ряда практических задач, возникающих в управлении, планировании и проектировании. Полученные результаты предназначены для разработки информационных систем, решающих комплексные задачи информационного обслуживания лиц, принимающих решения.

Разработанный гибридный алгоритм построения расписаний многопродуктового производства может быть применен для составления расписаний химических производств, включающих стадии подачи сырья, хранения сырья, основной операции, хранения готового продукта и его отгрузки. Построенные модели целочисленного линейного программирования могут использоваться при проектировании сложных изделий в легкой промышленности. Задача выбора наименьшего подмножества в указанном множестве точек при заданном ограничении снизу на квадрат евклидовых расстояний между выбранными точками имеет применения в социальных науках. В частности, если данные точки соответствуют людям, так что координаты точек равны некоторым характеристикам этих людей, то указанная задача может рассматриваться как задача поиска достаточно разнородной группы людей минимальной численности. Алгоритмы решения задач размещения могут применяться при проектировании систем радиосвязи в условиях Крайнего Севера. Математическая модель и алгоритмы решения задачи оптимального размещения взаимосвязанных прямоугольных объектов на линиях с запрещенными зонами с учетом прокладки коммуникаций по виадукту могут быть использованы при проектировании коммуникаций между производственными модулями, например, в нефтехимической промышленности. Предложенные полиномиальные приближенные алгоритмы позволяют составлять энергетически эффективные расписания работы приложений в многопроцессорных компьютерных системах - как с общей памятью, так и с распределенной памятью. Алгоритмы построения циклического расписания обработки партии идентичных деталей применимы при составлении расписаний для химической обработки деталей в автомобильной промышленности.

Все результаты научно-исследовательской работы могут быть использованы при подготовке учебных курсов и специальных учебных курсов по тематикам НИР.

РАЗДЕЛ 4. Результаты выполнения мероприятий по развитию кадрового потенциала организации

Развитие кадрового потенциала организации направлено на улучшение целевого показателя 1.3 из программы «Наука»: Место Российской Федерации по численности исследователей в эквиваленте полной занятости среди ведущих стран мира (по данным Организации экономического сотрудничества и развития); на улучшение целевого показателя 2.1 из программы «Наука»: Численность

российских и зарубежных учёных, работающих в российских организациях и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных; и на улучшение целевого показателя 2.2: Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей.

Для улучшения этих показателей развитие кадрового потенциала организации планируется вести по двум направлениям: с одной стороны повышение квалификации научных сотрудников, а с другой омоложение состава института. Повышение квалификации научных сотрудников будет происходить за счёт улучшения качества статей, появления новых актуальных направлений исследований.

Общее количество исследователей выросло по сравнению с прошлым годом, но показатель не выполнен так как, научные сотрудники, принятые в Международный математический центр, были уволены в конце года. Научные сотрудники по проектам-победителям конкурсов будут приняты на работу в 2021 году. На 2020 год было запланировано: 94 исследователя в возрасте до 39 лет. На конец года их численность составила 114 человек. Под руководством молодых научных сотрудников в возрасте до 39 лет в 2020 году выполнялись работы по 4 проектам Математического центра в Академгородке:

- Дифференциальные уравнения и динамические системы (рук. – Бондарь Л.Н.). Сумма в 2020 году – 11 200 000 руб.;

- Цифровизация математических моделей и интеллектуальные системы обработки данных (рук. – Баженов Н.А.). Сумма в 2020 году – 6 400 000 руб.;

- Теория оптимального управления (рук. – Карманова М.Б.). Сумма в 2020 году – 11 200 000 руб.;

- Криптография и информационная безопасность (рук. – Токарева Н.Н.). Сумма в 2020 году – 7 783 465 руб.;

9 проектам РФФИ:

- 20-31-70043 «Стабильность 2019», Методы построения и свойства нелинейных булевых функций: APN-функции и бент-функции (рук. - Городилова А.А.). Сумма на весь период работ – 4 000 000 руб. (получена в 2019 году);

- 20-31-70006 «Стабильность 2019», Универсальные классы вычислимых алгебраических структур (рук. - Баженов Н.А.). Сумма на весь период работ – 4 000 000 руб. (получена в 2019 году);

- 19-31-60009 «Перспектива 2019», Интерполяционные методы для функций с большими градиентами и их применение в двухсеточных алгоритмах (рук. – Задорин Н.А.). Сумма на 2020 год – 2 000 000 руб.;

- 19-47-540005 «р_а 2019», Эффективные методы оптимизации маршрутизации грузового транспорта (рук. - Кононова П.А.). Сумма в 2020 году – 375 000 руб.;

- 19-31-90093 «Аспиранты 2019», Метрические свойства отображений и кодов, представляющих интерес для криптографических систем и кодирования информации (рук. - Токарева Н.Н.). Сумма в 2020 году – 400 000 руб.;

- 19-31-90031 «Аспиранты 2019», Алгоритмы с гарантированными оценками качества для квадратичной евклидовой задачи мощностно-взвешенной кластеризации (рук. - Хандеев В.И.). Сумма в 2020 году – 400 000 руб.;
- 19-01-00308 «А 2019» Задачи дискретной оптимизации в анализе данных и распознавании образов (рук. - Хандеев В.И.). Сумма в 2020 году – 1 000 000 руб.;
- 18-31-20011 «мол_a_вед 2018», Конечные и периодические группы с ограничениями на подгруппы (рук. - Гречкосеева М.А.). Сумма на весь период работ – 4 710 000 руб. (получена в 2018 году);
- 18-07-01394 «А 2018», Математические методы в современных криптографических приложениях (рук. - Токарева Н.Н.). Сумма на 2020 год – 700 000 руб.;
- 2 проектам РНФ
- 18-71-10028 «Алгебро-логические и статистические методы изучения предельных комбинаторных объектов» (рук. – Шевляков А.Н.). Сумма на 2020 год – 2 500 000 руб.;
- 18-71-00084 «Оптимизация структуры и энергоэффективного функционирования беспроводных сетей передачи данных» (рук. - Плотников Р.В.). Сумма на 2019-2020 год – 1 500 000 руб. (получена в 2019 году);
- 1 проекту по грантам Президента РФ:
- МК-1214.2019.1 «Полурешётки Роджерса и проблемы вычислимой классификации» (рук. – Баженов Н.А.). Сумма в 2020 году – 600 000 руб.

В 2020 году в ИМ СО РАН продолжает работу новая лаборатория (создана в 2019 году), за которой закреплена отдельная тема государственного задания. В состав лаборатории входят 11 молодых научных сотрудников, руководитель – д.ф.-м.н. Ю.С. Волков.

Созданный в консорциуме с НГУ «Математический центр в Академгородке» способствует проведению совместных научных исследований с ведущими и активно работающими молодыми учеными, проведению Международных математических конференций, молодежных научных школ, специализированных воркшопов, лекций ведущих в мире математиков по актуальным проблемам математики. Важнейшей задачей является обеспечение возможностей наших молодых ученых участвовать в международных конференциях с докладами по полученным результатам, что является необходимым условием для продвижения, полученных российскими учеными результатов в мировом математическом сообществе. Руководство несколькими направлениями исследовательской работы возложено на молодых ученых. В 2020 году финансирование из федерального бюджета составило 80 000 000 рублей. В конце года были проведены конкурсы для новых и продолжающихся проектов.

В положении о ПРНД, утвержденном решением Ученого совета от 20 марта 2020 года, закреплены: 1) дополнительные выплаты для сотрудников, недавно защитивших кандидатскую или докторскую диссертацию; 2) дополнительные выплаты за руководство соискателями ученой степени и дипломниками; 3) увеличенный размер надбавки за результативность научной деятельности для молодых исследователей (до 35 лет) – коэффициент 1.5.

ИМ СО РАН имеет лицензию на осуществление образовательной деятельности № 2787 выдана 12.04.2012. Свидетельство о государственной аккредитации образовательной деятельности № 3164 получено 26.06.2019. На конец года в аспирантуре ИМ СО РАН обучались 35 аспирантов, еще 5 отчислились в течение года.

На базе ИМ СО РАН действуют 5 диссертационных советов по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук:

- Д003.015.01 по специальностям 01.01.05 «Теория вероятностей и математическая статистика» и 01.01.09 «Дискретная математика и математическая кибернетика»;
- Д003.015.02 по специальности 01.01.06 «Математическая логика, алгебра и теория чисел»;
- Д003.015.03 по специальностям 01.01.01 «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» и 01.01.04 «Геометрия и топология»;
- Д003.015.04 по специальностям 01.01.02 «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление», 01.01.07 «Вычислительная математика» и 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»;
- Объединенный диссертационный совет Д999.082.03 по специальностям 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей» и 05.13.17 «Теоретические основы информатики».

РАЗДЕЛ 5. Результаты выполнения мероприятий по развитию научно-исследовательской инфраструктуры организации

В течение 2020 года для выполнения работ по хоздоговорам и грантам действовали более десяти Временных трудовых коллективов.

Созданный в консорциуме с НГУ Математический центр позволит и в дальнейшем развивать сотрудничество с НГУ.

ИМ СО РАН является базовым для 14 кафедр:

- 1) ММФ НГУ, Кафедра алгебры и математической логики, заведующий кафедрой – Васильев Андрей Викторович.
- 2) ММФ НГУ, Кафедра геометрии и топологии, заведующий кафедрой – Тайманов Искандер Асанович.

- 3) ММФ НГУ, Кафедра дискретной математики и информатики, заведующий кафедрой – Гончаров Сергей Савостьянович.
- 4) ММФ НГУ, Кафедра дифференциальных уравнений, заведующий кафедрой – Демиденко Геннадий Владимирович.
- 5) ММФ НГУ, Кафедра математического анализа, заведующий кафедрой – Водопьянов Сергей Константинович.
- 6) ММФ НГУ, Кафедра математической экономики, заведующий кафедрой – Васильев Валерий Александрович.
- 7) ММФ НГУ, Кафедра прикладной математики, заведующий кафедрой – Белоносов Владимир Сергеевич.
- 8) ММФ НГУ, Кафедра теоретической кибернетики, заведующий кафедрой – Ерзин Адиль Ильясович.
- 9) ММФ НГУ, Кафедра теории вероятностей и математической статистики, заведующий кафедрой – Лотов Владимир

Иванович.

- 10) ММФ НГУ, Кафедра теории функций, заведующий кафедрой – Медных Александр Дмитриевич.
- 11) ФИТ НГУ, Кафедра общей информатики, заведующий кафедрой – Пальчунов Дмитрий Евгеньевич.
- 12) ФИТ НГУ, Кафедра дискретного анализа и исследования операций, заведующий кафедрой – Береснев Владимир

Леонидович.

- 13) ФИТ НГУ, Кафедра математики, заведующий кафедрой – Кожанов Александр Иванович.
- 14) Институт математики и информационных технологий (Математический факультет) ОмГУ, Кафедра прикладной и вычислительной математики, заведующий кафедрой – Леванова Татьяна Валентиновна.

В СУНЦ НГУ две кафедры возглавляются сотрудниками ИМ СО РАН:

- 1) СУНЦ НГУ, Кафедра математических наук, заведующий кафедрой – Миронов Андрей Евгеньевич.
- 2) СУНЦ НГУ, Кафедра дискретной математики и информатики, заведующий кафедрой – Гончаров Сергей Савостьянович.

В 2020 году в ИМ СО РАН проходили практику более 200 студентов и аспирантов НГУ и ОмГУ.

По Распоряжению Минобрнауки РФ №372-р от 01.10.2020 г. оборудование ОФИМ СО РАН (2 суперкомпьютера и др.) на сумму 96 797,99 руб. закреплено за ФГБОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского. Оно уступает более современным вычислительным системам. Однако, компьютеры могут успешно использоваться в учебном процессе. Для выполнения научных исследований ОФ ИМ СО РАН был закуплен современный 64-ядерный вычислительный сервер.

Была получена и освоена субсидия в целях осуществления мероприятий по капитальному ремонту объектов недвижимого имущества, в том числе реставрации, за исключением реконструкции с элементами реставрации (на сумму 6 000 000 рублей).

РАЗДЕЛ 6. Результаты выполнения мероприятий по развитию системы научной коммуникации и популяризации результатов исследований

На конец 2020 года количество публикаций сотрудников, опубликованных в 2020 году и проиндексированных в базах Web of Science и Scopus, превышает соответствующие значения на конец 2019 года.

В ИМ СО РАН работает еженедельный общеинститутский семинар, на котором докладываются результаты сотрудников Института по всем направлениям исследований. В конце года формируется список Важнейших результатов ИМ СО РАН, авторы которых поощряются премиями. Дополнительно, по итогам года, премируются сотрудники, читающие научно-популярные лекции.

Издательством ИМ СО РАН выпускаются 6 журналов:

- «Сибирский математический журнал», переводная версия «Siberian Mathematical Journal» индексируется в Web of Science (Core collection) – Q3 и Scopus – Q2;
- «Математические труды», переводная версия «Siberian Advances in Mathematics» индексируется в Web of Science (RSCI) и Scopus – Q4;
- «Дискретный анализ и исследование операций», переводная версия «Journal of Applied and Industrial Mathematics» индексируется в Web of Science (RSCI) и Scopus – Q3;
- «Сибирский журнал индустриальной математики», переводная версия «Journal of Applied and Industrial Mathematics» индексируется в Web of Science (RSCI) и Scopus – Q3;
- «Сибирские электронные математические известия», индексируются в Web of Science (Core collection) – без Q и Scopus – Q3;
- «Алгебра и логика», переводная версия «Algebra and Logic» индексируется в Web of Science (Core collection) – Q3 и Scopus – Q3.

ИМ СО РАН был организатором и со-организатором 13 мероприятий (конференции, школы и воркшопы) (все международные или с международным участием), из них 5 с числом участников – более 150:

- IV Международная научно-техническая конференция «Mechanical Science and Technology Update» (Проблемы машиноведения) / IV International scientific conference «Mechanical Science and Technology Update» (MSTU-2020) (17.03 – 19.03.2020, Омск, Омский Государственный Технический университет), число участников – 600.
- X Международная молодежная научно-практическая конференция с элементами научной школы «Прикладная математика и фундаментальная информатика», посвященная 10-летию кафедры «Прикладная математика и

фундаментальная информатика» (23.04 – 30.04.2020, Омск, Омский Государственный Технический университет), число участников – 100.

- XIV Международная IEEE научно-техническая конференция «Динамика систем, механизмов и машин» / XIV International scientific and technical conference «Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines» (10.11 – 12.11.2020, Омск, Омский Государственный Технический университет), число участников – 740.
- Applied Probability Workshop 2020, (Novosibirsk State University, August 26-28, 2020), Online, число участников – 40.
- IX Международная конференция по математическому моделированию, посвященная 75-летию Владимира Николаевича Врагова (Якутск, 27 июля – 1 августа 2020), число участников – 160.
- Winter School on Topological Data Analysis (школа-конференция) (Новосибирск, 3-8 февраля 2020), число участников – 30.
- Dynamics in Siberia (конференция) (Новосибирск, 24-29 февраля 2020), число участников – 80.
- BACK TO SCHOOL! (онлайн школа) (Москва, 27-28 августа 2020), число участников – 40
- Дни геометрии в Новосибирске — 2020 (конференция в смешанном формате: онлайн и офлайн) (Новосибирск, 17-19 сентября 2020), число участников – 20.
- The second Workshop on Algebraic Graph Theory (Novosibirsk, 14-17 March 2020), число участников – 28.
- The third Workshop on Algebraic Graph Theory (Novosibirsk, 2-8 November 2020), число участников – 35.
- Международная конференция Мальцевские чтения - 2020, (16-20 ноября 2020, Новосибирск), число участников – 170.
- International conference “Mathematical Optimization Theory and Operations Research” (MOTOR 2020) (July 6-10, 2020, Novosibirsk), число участников – 200.

РАЗДЕЛ 7. Результаты выполнения мероприятий по совершенствованию системы управления организации

Для выполнения работ по хоз. договорам и грантам фондов в 2020 году созданы более 10 временных трудовых коллективов.

В конце 2020 года проведен конкурс для продолжающихся и новых проектов Математического центра в Академгородке (МЦА).

По итогам экспертизы, экспертным советом принято решение о поддержке 8 продолжающихся проектом и 2 новых. По условиям контрактов все исследователи МЦА были уволены в конце 2020 года. Исследователи поддержанных проектов будут приняты на работу в 2021 году.

РАЗДЕЛ 8. Сведения об участии научной организации в выполнении мероприятий и вкладе в достижение результатов и значений целевых показателей национального проекта «Наука» и входящих в его состав федеральных проектов ¹

Институтом было запланировано улучшать показания в следующих целевых показателях национального проекта «Наука»:

1. Увеличивать удельный вес публикаций в международных базах данных.

На конец 2020 года количество публикаций сотрудников, опубликованных в 2020 году и проиндексированных в базах Web of Science (372 статьи) и Scopus (511 статей), превышает соответствующие значения на конец 2019 года (349 и 449 статей соответственно). Запланированные показатели по числу публикаций в 2020 году и проиндексированным в международных базах выполнены.

2. Увеличить численность исследователей.

Общее количество исследователей выросло по сравнению с прошлым годом. Показатель не выполнен так как, не учтены научные сотрудники, принятые в Математический центр в Академгородке (МЦА). По правилам МЦА контракты были рассчитаны до ноября 2020 года. Научные сотрудники по проектам-победителям конкурсов будут приняты на работу в 2021 году.

3. Увеличить количество российских и зарубежных исследователей, работающих в российских организациях, и имеющих статьи в первом или втором квартиле по базам Web of Science или Scopus.

По данным на конец 2020 года исследователями из ИМ СО РАН опубликовано 79 статей в журналах из Q1-Q2 WoS, еще 154 статьи опубликовано в журналах из Q1-Q2 Scopus (всего 233 статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных). Количество сотрудников ИМ СО РАН, авторов публикаций в Q1-Q2 WoS, – 79, еще 91 опубликовали статьи в журналах из Q1-Q2 Scopus (всего 170 сотрудников ИМ СО РАН, имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных).

4. Увеличить долю исследователей в возрасте до 39 лет.

Было запланировано: 94 исследователя в возрасте до 39 лет. На конец года их численность составила 114 человек.

Под руководством молодых научных сотрудников в возрасте до 39 лет в 2020 году выполнялись работы по 4 проектам Математического центра в Академгородке:

- Дифференциальные уравнения и динамические системы (рук. – Бондарь Л.Н.). Сумма в 2020 году – 11 200 000 руб.;

¹ Заполняется с обязательным представлением информации об объемах средств федерального бюджета, предоставленных организации в рамках реализации мероприятий национального проекта «Наука» (грант, соглашение о предоставлении субсидии и др.), освоении/не освоении (с указанием причин) указанных средств.

- Цифровизация математических моделей и интеллектуальные системы обработки данных (рук. – Баженов Н.А.). Сумма в 2020 году – 6 400 000 руб.;
- Теория оптимального управления (рук. – Карманова М.Б.). Сумма в 2020 году – 11 200 000 руб.;
- Криптография и информационная безопасность (рук. – Токарева Н.Н.). Сумма в 2020 году – 7 783 465 руб.;
- 9 проектам РФФИ:
 - 20-31-70043 «Стабильность 2019», Методы построения и свойства нелинейных булевых функций: APN-функции и бент-функции (рук. - Городилова А.А.). Сумма на весь период работ – 4 000 000 руб. (получена в 2019 году);
 - 20-31-70006 «Стабильность 2019», Универсальные классы вычислимых алгебраических структур (рук. - Баженов Н.А.). Сумма на весь период работ – 4 000 000 руб. (получена в 2019 году);
 - 19-31-60009 «Перспектива 2019», Интерполяционные методы для функций с большими градиентами и их применение в двухсеточных алгоритмах (рук. – Задорин Н.А.). Сумма на 2020 год – 2 000 000 руб.;
 - 19-47-540005 «р_а 2019», Эффективные методы оптимизации маршрутизации грузового транспорта (рук. - Кононова П.А.). Сумма в 2020 году – 375 000 руб.;
 - 19-31-90093 «Аспиранты 2019», Метрические свойства отображений и кодов, представляющих интерес для криптографических систем и кодирования информации (рук. - Токарева Н.Н.). Сумма в 2020 году – 400 000 руб.;
 - 19-31-90031 «Аспиранты 2019», Алгоритмы с гарантированными оценками качества для квадратичной евклидовой задачи мощностно-взвешенной кластеризации (рук. - Хандеев В.И.). Сумма в 2020 году – 400 000 руб.;
 - 19-01-00308 «А 2019» Задачи дискретной оптимизации в анализе данных и распознавании образов (рук. - Хандеев В.И.). Сумма в 2020 году – 1 000 000 руб.;
 - 18-31-20011 «мол_а_вед 2018», Конечные и периодические группы с ограничениями на подгруппы (рук. - Гречкосеева М.А.). Сумма на весь период работ – 4 710 000 руб. (получена в 2018 году);
 - 18-07-01394 «А 2018», Математические методы в современных криптографических приложениях (рук. - Токарева Н.Н.). Сумма на 2020 год – 700 000 руб.;
- 2 проектам РФФ
 - 18-71-10028 «Алгебро-логические и статистические методы изучения предельных комбинаторных объектов» (рук. – Шевляков А.Н.). Сумма на 2020 год – 2 500 000 руб.;

- 18-71-00084 «Оптимизация структуры и энергоэффективного функционирования беспроводных сетей передачи данных» (рук. - Плотников Р.В.). Сумма на 2019-2020 год – 1 500 000 руб. (получена в 2019 году);

1 проекту по грантам Президента РФ:

- МК-1214.2019.1 «Полурешётки Роджерса и проблемы вычислимой классификации» (рук. – Баженов Н.А.). Сумма в 2020 году – 600 000 руб.

5. Развивать научную кооперацию.

В 2019 году в консорциуме с НГУ создан «Математический центр в академгородке», финансирование в 2020 году составило 80 000 000 рублей; подписаны договор о сотрудничестве с Курганским государственным университетом (г. Курган), соглашение о создании научно-образовательного консорциума (Новосибирский государственный медицинский университет, ИМ СО РАН и Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН), соглашение о сотрудничестве с АО «Технопарк Новосибирского Академгородка», договор о сотрудничестве (НГУ, ИМ СО РАН и ИДСТУ СО РАН), договор о сотрудничестве с ООО «БЭКАП ИТ», соглашение о сотрудничестве с Казахстано-Британским техническим университетом (Алматы, Казахстан).

Под руководством сотрудников ИМ СО РАН велись работы в рамках международных грантов:

- Российско-Белорусский грант РФФИ 20-51-00007_Бел_а «Актуальные вопросы теории конечных и периодических групп», руководитель - Мазуров В.Д.

- Российско-Германский грант РФФИ 20-51-12007_ННИО_а «Стохастические процессы и изменяющиеся границы», руководитель - Саханенко А. И.

- Российско-Узбекистанский проект РФФИ № 18-51-41009 «Нелокальные краевые и обратные задачи для неклассических дифференциальных и операторно-дифференциальных уравнений», руководитель: Кожанов А.И.

- Российско-Германский проект РФФИ 19-51-12008-ННИО_а, «Рефракционная динамическая томография тензорных полей: к целостному подходу», руководитель Деревцов Е.Ю.

- Российско-Французский грант РФФИ 20-51-15004, «Интегрируемые системы и обратные задачи», руководитель – А.Е. Миронов.

- Российско-Индийский проект РНФ 19-41-02005 «Теория глобальных узлов: инварианты и классификация».

В качестве исполнителей научные сотрудники участвуют в проектах с партнерами из США, Чехии, Польши, Словении, Китая, Болгарии и Казахстана.

6. Развивать кадровый потенциал в сфере исследований или разработок.

Развитию кадрового потенциала, несомненно, способствует создание и государственная поддержка Международного математического центра и участие сотрудников в совместных с зарубежными партнерами проектах.

По Распоряжению Минобрнауки РФ №372-р от 01.10.2020 г. оборудование ОФИМ СО РАН (2 суперкомпьютера и др.) на сумму 96 797,99 руб. закреплено за ФГБОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского. Оно уступает более современным вычислительным системам. Однако, компьютеры могут успешно использоваться в учебном процессе. Для выполнения научных исследований ОФ ИМ СО РАН был закуплен современный 64-ядерный вычислительный сервер.

Дополнительные показатели развития приборной базы Омского филиала:

1. Уровень загрузки научного оборудования, план – 75%, выполнено – 84,29%.

$$\text{Уровень загрузки научного оборудования} = \frac{\text{Фактическое время работы научного оборудования за год, часов}}{\text{Максимально возможное время работы научного оборудования за год, часов}} * 100\%$$

$$= (8760+8760+32+48) \times 100 / (8760+8760+1440+1920) \% = 84,29 \%$$

2. Доля внешних пользователей, план – 20%, выполнено – 22,86%.

$$(8/35) * 100\% = 22,86 \%$$

3. Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых, план – 20%, выполнено – 7,9%.

Общее финансирование – 62 319 611 руб., финансирование проектов, под руководством молодых исследователей – 4 900 000 руб. План не выполнен в связи с завершением нескольких проектов, выполняемых под руководством молодых ученых. Поданы новые заявки на гранты, которые пока не были поддержаны.

В целом по ИМ СО РАН данный показатель составил 11%.

4. Процент привлечения внебюджетных средств, план – 18%, выполнено – 38,4%.

$23\,724\,650 / 61\,758\,562 * 100\% = 38,4\%$. 23 724 650 руб.: Х/Д – 1 824 650 руб., гранты-21 900 000: 11 000 000 руб. – ММЦ рук. Романьков, 2 000 000 руб. - рук. Задорин, 6 000 000 руб. - рук. Ремесленников, 400 000 руб. - рук. Тюнин, 2 500 000 руб. - рук. Шевляков. 61 758 562 руб.: 38 033 912 руб.– субсидия на госзадание + 23 724 650 руб. — внебюджет

5. Процент обновления приборной базы, план – 0%, выполнено – 9%.

Балансовая стоим. оборудования на 31.12.2020г. – 17 577 800 руб.; покупка оборудования -1 512 200 руб.

6. Количество статей в журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus по результатам, полученным с использованием обновляемого оборудования, план – 3, выполнено – 3:

- 1) Borisovsky P.A., Kovalenko Yu.V. A Memetic Algorithm with Parallel Local Search for Flowshop Scheduling Problems //Bioinspired Optimization Methods and Their Applications (BIOMA 2020) / International conference, November 19--20, 2020 / Edited by Filipic B., Minisci E., Vasile M. Lecture Notes in Computer Science, Springer, vol. 12438, p. 201-213. DOI: 10.1007/978-3-030-63710-1_16 (Scopus)
- 2) Ereemeev A.V., Spirov A.V., Modeling SELEX for regulatory regions using Royal Road and Royal Staircase fitness functions, Biosystems, Volume 200, 2021, 104312, DOI:10.1016/j.biosystems.2020.104312. (Scopus)
- 3) Zadorin N.A. Non-polynomial interpolation of functions in the presence of a boundary layer // Journal of Physics: Conference Series, 2020, v.1441, p.012179-1-012179-7. DOI: 10.1088/1742-6596/1441/1/012179. (Scopus)

РАЗДЕЛ 9. Сведения о выполнении плановых объемов финансового обеспечения Программы развития

Указаны только те разделы, мероприятия и показатели, по которым было запланировано осуществление расходов в 2020 году.

№ п/п	Показатель	План, тыс. руб.	Факт, тыс. руб.	Отклонение, тыс. руб.	Обоснование
1.	Общий объем финансового обеспечения Программы развития	396305,4	467891,14	Нет	
	Из них:				
1.1.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета	294605,4	307432,7	Нет	
1.2.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования	0	0	Нет	
1.3.	субсидии, предоставляемые в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации	12200	9863,4	Нет	
1.4.	субсидии на осуществление капитальных вложений	0	0	Нет	

1.5.	средства обязательного медицинского страхования	0	0	Нет	
1.6.	поступления от оказания услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности	84817,8	150595,04	Нет	
1.6.1.	В том числе, гранты	60700	127801,77	Нет	

РАЗДЕЛ 10. Оценка рисков и проблем, связанных с реализацией Программы развития

10.1 Оценка рисков и выявление источников их появления

При планировании количества полученных охранных документов на РИД, невозможно спрогнозировать срок их регистрации, в связи с этим может возникать отклонение по соответствующему показателю. В конце 2019 года получены еще 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, которые не вошли в отчет за 2019 год. С учетом этих свидетельств отклонения нет.

По Распоряжению Минобрнауки РФ №372-р от 01.10.2020 г. оборудование ОФИМ СО РАН (2 суперкомпьютера и др.) на сумму 96 797,99 руб. закреплено за ФГБОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского. Оно уступает более современным вычислительным системам. Однако, компьютеры могут успешно использоваться в учебном процессе. Для выполнения научных исследований ОФ ИМ СО РАН был закуплен современный 64-ядерный вычислительный сервер. В связи с этим возникло существенное отклонение по соответствующему показателю, которое будет и в последующие годы.

В сложном с эпидемиологической точки зрения году не удалось выполнить показатель «число аспирантов, защитившихся в срок». В 2020 году был небольшой выпуск из аспирантуры - только 1 аспирант закончил с дипломом. 1 диссертация была представлена в Диссовет Д 003.015.03, но из-за пандемии сроки защиты были существенно сдвинуты. На 2021 год уже запланированы защиты еще трех диссертаций. Работа диссоветов возобновлена в очно-дистанционном формате. Таким образом с последующие годы данный показатель непременно будет выполнен.

В 2020 году не выполнен показатель «Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых» в Омском филиале ИМ СО РАН. План не выполнен в связи с завершением нескольких проектов, выполняемых под руководством молодых ученых. Поданы новые заявки на гранты. На 2020 год не объявлялись конкурсы проектов РФФИ для молодежи.

10.2 Оценка проблем и выявления причин их возникновения

Основная проблема – невозможность влиять на размер выделенных бюджетных средств. Участие в конкурсах на гранты не гарантирует их получение. На 2020 год не объявлялись конкурсы проектов РФФИ для молодежи.

РАЗДЕЛ 11. Оценка эффективности реализации программы развития

№ п/п	Целевые показатели реализации Программы развития	Профиль организации	Единица измерения	План	Факт	Отклонение	Обоснование
Основные целевые показатели							
Научно-исследовательская деятельность							
1.	Количество статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных	I	ед.	456	511	Нет	
1.1.	В том числе количество статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития	I	ед.	456	511	Нет	
1.1.1.	Из них: число статей, в изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science Core Collection (WoS)	I	ед.	370	372	Нет	
1.1.2.	Число статей в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus	I	ед.	456	511	Нет	
2.	Число заявок на получение патента на изобретение, включая международные заявки	I	ед.	0	0	Нет	

2.1.	В том числе заявок на получение патента на изобретение по областям, определяемым приоритетами научно-технологического развития	I	ед.	0	0	Нет	
2.1.1.	Из них: международные заявки на получение патента на изобретение	I	ед.	0	0	Нет	
3.	Количество заключенных лицензионных договоров о предоставлении права использования изобретений, охраняемых патентом	I	ед.	0	0	Нет	
4.	Количество полученных охранных документов на РИД	I	ед.	4	3+2	Нет	В 2020 году получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Еще 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ получены конце 2019 года, но не вошли в отчет за 2019 год.
5.	Количество разработанных и переданных для внедрения и производства технологий	I	ед.	0	0	Нет	
6.	Число внесенных в Государственный реестр селекционных достижений	I	ед.	0	0	Нет	
7	Объем внебюджетных средств	I	тыс. руб	84817,8	150595,04	Нет	
Кадровый потенциал организации							

1.	Численность исследователей	I	чел.	256	254,7	-1,3	Показатель не выполнен так как, не учтены научные сотрудники, принятые в Математический центр в Академгородке (МЦА). По правилам МЦА их контракты были рассчитаны до ноября 2020 года. Научные сотрудники по проектам-победителям конкурсов будут приняты на работу в 2021 году.
1.1.	Численность исследователей в возрасте до 39 лет (включительно)	I	чел.	94	114	Нет	
2.	Численность аспирантов	I	чел.	30	35	Нет	
2.1.	Из них: численность аспирантов, защитившихся в срок	I	чел.	3	0	-3	В 2020 году был небольшой выпуск из аспирантуры - только 1 аспирант закончил с дипломом. 1 диссертация была представлена в Диссовет Д 003.015.03, но из-за пандемии сроки защиты были существенно сдвинуты. На 2021 год уже запланированы защиты еще трех диссертаций.

3.	Численность российских и зарубежных ученых, работающих в организации и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго кварталей, индексируемых в международных базах данных	I	чел.	102	170	Нет	
Приборная база организации (Омского филиала)							
1.	Общая балансовая стоимость научного оборудования	I	тыс. руб	147937	17577,8	-130359.2	По Распоряжению Минобрнауки РФ №372-р от 01.10.2020 г. оборудование ОФИМ СО РАН (2 суперкомпьютера и др.) на сумму 96 797.99 руб. закреплено за ФГБОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского. Оно уступает более современным вычислительным системам. Однако, компьютеры могут успешно использоваться в учебном процессе. Для выполнения научных исследований ОФ ИМ был закуплен современный 64-ядерный вычислительный сервер. Как уже отмечалось в отчете за 2019 год, при планировании учитывалось всё оборудование, так как

							отсутствовали методические рекомендации, что относить к данному оборудованию.
1.1.	В том числе балансовая стоимость измерительных и регулирующих приборов и устройств, лабораторного оборудования	I	тыс. руб	-	-	Нет	
2.	Балансовая стоимость научного оборудования в возрасте до 5 лет	I	тыс. руб	106895	8327	-98568	Часть оборудования было передано ФГБОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского.
3.	Доля отечественного научного оборудования	I	тыс. руб	-	-	Нет	
4.	Общая балансовая стоимость выбывших единиц научного оборудования	I	тыс. руб		96797,99	Нет	Оборудование, переданное ФГБОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского.
4.1.	Из них: балансовая стоимость выбывших измерительных и регулирующих приборов и устройств, лабораторного оборудования	I	тыс. руб	-	-	Нет	
5.	Балансовая стоимость уникальной научной установки (при наличии)	I	тыс. руб	-	-	Нет	
6.	Объем расходов на эксплуатацию обновляемого научного оборудования	I	тыс. руб	500	62	-438	Планировалось получить средства на эти цели из бюджета, но они не были выделены. С учетом того, что большая часть оборудования была передана в ОмГУ, для эксплуатации

							оборудования в следующие годы потребуется меньшая сумма.
7.	Отношение фактического времени работы центра коллективного пользования в интересах третьих лиц к фактическому времени работы центра коллективного пользования	I	%	-	-	Нет	
8.	Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых в возрасте до 39 лет (включительно)	I	%	-	-	Нет	
Развитие системы научной коммуникации и популяризации результатов исследований							
1.	Количество научных конференций (более 150 участников), в которых организация выступила организатором	I	ед.	2	5	Нет	
1.1.	В том числе международных	I	ед.	2	5	Нет	
2.	Количество базовых кафедр в организациях высшего образования и научных организациях	I	ед.	13	14	Нет	
3.	Количество научных журналов, выпускаемых организацией	I	ед.	6	6	Нет	
3.1.1.	из них: индексируемых RSCI (Russian Science Citation Index)	I	ед.	6	6	Нет	

3.1.2.	индексируемых базами данных Web of Science и Scopus	I	ед.	6	6	Нет	
Дополнительные показатели развития приборной базы Омского филиала							
1.	Уровень загрузки научного оборудования.	I	%	75	84,29	Нет	
2.	Доля внешних пользователей.	I	%	22	22,86	Нет	
3.	Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых.	I	%	20	7,9	-12,1	План не выполнен в связи с завершением нескольких проектов, выполняемых под руководством молодых ученых. Поданы новые заявки на гранты. В целом по ИМ СО РАН данный показатель составил 11%.
4.	Процент привлечения внебюджетных средств.	I	%	18	38,4	Нет	
5.	Процент обновления приборной базы.	I	%	0	9	Нет	
6.	Количество статей в журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus	I	шт.	3	3	Нет	

Отчет о реализации Программы развития ИМ СО РАН в 2020 году был рассмотрен на заседании Ученого совета ИМ СО РАН 25 декабря 2020 года. Ученый совет рекомендовал продолжить реализацию Программы развития на 2019-2023гг.

Отчет достаточно полно отражает все направления развития организации. В целом мероприятия по реализации Программы развития ИМ СО РАН в 2020 году выполнены успешно. Все запланированные по НИР работы успешно реализованы. Можно с уверенностью утверждать, что полученные результаты соответствуют мировому уровню, а по некоторым позициям определяют этот уровень. Подтверждением этого является рост числа публикаций индексируемых в Web of Science и Scopus (по сравнению с данными за 2019 год на конец 2019 года). Существенно превышен показатель «Численность российских и зарубежных ученых, работающих в

организации и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных». Отметим рост численности исследователей, в том числе исследователей в возрасте до 39 лет (включительно). Этому способствовало создание в 2019 году Международного центра в Академгородке.

В сложном «ковидном» году не удалось выполнить показатель «число аспирантов, защитившихся в срок». В 2020 году был небольшой выпуск из аспирантуры - только 1 аспирант закончил с дипломом. 1 диссертация была представлена в Диссовет Д 003.015.03, но из-за пандемии сроки защиты были существенно сдвинуты. На 2021 год уже запланированы защиты еще трех диссертаций. Работа диссоветов возобновлена в очно-дистанционном формате. Таким образом с последующие годы данный показатель непременно будет выполнен.

По Распоряжению Минобрнауки РФ №372-р от 01.10.2020 г. оборудование ОФИМ СО РАН (2 суперкомпьютера и др.) на сумму 96 797,99 руб. закреплено за ФГБОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского. Оно уступает более современным вычислительным системам. Однако, компьютеры могут успешно использоваться в учебном процессе. Для выполнения научных исследований ОФ ИМ СО РАН был закуплен современный 64-ядерный вычислительный сервер. В связи с этим возникло существенное отклонение по соответствующему показателю, которое будет и в последующие годы. С учетом этого и расходы на эксплуатацию будут значительно ниже. Рекомендуется поставить в плане на 2021-2023гг. сумму 100 000 руб. в год.

РАЗДЕЛ 12. Выводы и предлагаемые решения в отношении мероприятий Программы развития

В целом мероприятия по реализации Программы развития ИМ СО РАН в 2020 году выполнены успешно.

- 1) В 2019 году консорциуме с НГУ создан «Математический центр в академгородке». В 2020 году получено финансирование – 80 000 000 рублей.
- 2) В 2020 году в ИМ СО РАН продолжает работу новая лаборатория (создана в 2019 году), за которой закреплена отдельная тема государственного задания. В состав лаборатории входят 11 молодых научных сотрудников, руководитель – д.ф.-м.н. Ю.С. Волков. Существенно перевыполнено значение показателя по числу исследователей в возрасте до 39 лет: при плане 94 исследователя, на конец года их численность составила 114 человек.
- 3) Все запланированные по НИР работы успешно реализованы. Можно с уверенностью утверждать, что полученные результаты соответствуют мировому уровню, а по некоторым позициям определяют этот уровень. В процессе работ по проектам НИР получены результаты, обеспечивающие их авторам лидирующее положение в соответствующих областях. В 2020 году в рамках государственного задания ИМ СО РАН выполнялись работы по 22 проектам. По всем проектам планы НИР

выполнены. На базе ИМ СО РАН выполнялись работы по 42 проектам РФФИ, по 8 проектам РНФ и по 1 проекту по грантам Президента РФ.

- 4) Существенно превышено значение показателя «Численность российских и зарубежных ученых, работающих в организации и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго кварталей, индексируемых в международных базах данных»: 170 ученых, вместо запланированных 102.
- 5) В 2020 году подписаны договор о сотрудничестве с Курганским государственным университетом (г. Курган), соглашение о создании научно-образовательного консорциума (Новосибирский государственный медицинский университет, ИМ СО РАН и Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН), соглашение о сотрудничестве с АО «Технопарк Новосибирского Академгородка», договор о сотрудничестве (НГУ, ИМ СО РАН и ИДСТУ СО РАН), договор о сотрудничестве с ООО «БЭКАП ИТ», соглашение о сотрудничестве с Казахстано-Британским техническим университетом (Алматы, Казахстан), ряд соглашений с ООО «Техкомпанией Хуавэй» и ее филиалами.
- 6) Под руководством сотрудников ИМ СО РАН велись работы в рамках международных грантов: Российско-Узбекистанский проект РФФИ 18-51-41009, Российско-Германские проекты РФФИ 19-51-12008 и 20-51-12007, Российско-Белорусский проект РФФИ 20-51-00007, Российско-Французский грант РФФИ 20-51-15004, Российско-Индийский проект РНФ 19-41-02005. В качестве исполнителей научные сотрудники участвуют в проектах с партнерами из США, Чехии, Польши, Словении, Китая, Болгарии и Казахстана.
- 7) ИМ СО РАН был организатором и со-организатором 13 конференций, школ, семинаров и воркшопов, все международные или с международным участием, из них 5 с числом участников – более 150.

В сложном «ковидном» году не удалось выполнить показатель «число аспирантов, защитившихся в срок». В 2020 году был небольшой выпуск из аспирантуры - только 1 аспирант закончил с дипломом. 1 диссертация была представлена в Диссовет Д 003.015.03, но из-за пандемии сроки защиты были существенно сдвинуты. На 2021 год уже запланированы защиты еще трех диссертаций. Работа диссоветов возобновлена в очно-дистанционном формате. Таким образом с последующие годы данный показатель непременно будет выполнен.

По Распоряжению Минобрнауки РФ №372-р от 01.10.2020 г. оборудование ОФИМ СО РАН (2 суперкомпьютера и др.) на сумму 96 797,99 руб. закреплено за ФГБОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского. Оно уступает более современным вычислительным системам. Однако, компьютеры могут успешно использоваться в учебном процессе. Для выполнения научных исследований ОФ ИМ СО РАН был

закуплен современный 64-ядерный вычислительный сервер. В связи с этим возникло существенное отклонение по соответствующему показателю, которое будет и в последующие годы. С учетом этого и расходы на эксплуатацию будут значительно ниже.

Директор ИМ СО РАН
Академик
29.01.2021

С.С. Гончаров