

Парчевская Л.Н., Тихомиров В.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**О МАГИСТЕРСКОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ФАКУЛЬТЕТЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ МГУ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА**

АННОТАЦИЯ

В работе изложены важнейшие направления научно-образовательной деятельности на факультете ВМК МГУ, имеющие фундаментальный и прикладной характер. Приведены примеры магистерских программ в рамках профиля/направленности «Системное программирование и компьютерные науки» по направлению «Прикладная математика и информатика». При этом факультет большое значение придает образовательной деятельности в области высокопроизводительных вычислений, суперкомпьютерных технологий, защиты информации и современных сетевых технологий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Магистратура, образовательный процесс, программа обучения, системное программирование, компьютерные науки.

Parchevskaya L.N., Tikhomirov V.V.

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**ABOUT MASTER'S EDUCATIONAL ACTIVITIES AT THE FACULTY OF
COMPUTATIONAL MATHEMATICS AND CYBERNETICS LOMONOSOV MOSCOW
STATE UNIVERSITY**

ANNOTATION

The paper presents the most important directions of scientific and educational activities at the Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics of the Lomonosov Moscow State University, with fundamental and applied nature. Examples of master's programs in the profile /orientation "System programming and computer science" in "Applied Mathematics and Informatics". At the same faculty attaches great importance to the educational activities in the field of high-performance computing, supercomputing technology, information protection and advanced networking technologies.

KEYWORDS

Master, the educational process, curriculum, systems programming, computer science.

1. Образовательная деятельность

Факультет проводит набор бакалавров (340 бюджетных мест) по двум направлениям «Прикладная математика и информатика» и «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Проведена работа по проектированию федеральных стандартов ФГОС-3+. Разработаны собственные образовательные стандарты Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова для указанных направлений.

Рекомендуемые факультетом профили подготовки бакалавров по направлению «Прикладная математика и информатика»:

1. Математические и компьютерные методы решения задач естествознания.
2. Математические методы обработки информации и принятия решений.
3. Системное программирование и компьютерные науки.

В магистратуру планируемый прием на факультет ВМК составляет 280-290 бюджетных мест. Большинство мест заполняют студенты в рамках программы «Интегрированный магистр». Около 80 студентов продолжают обучение в аспирантуре.

По направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» на уровне бакалавров используются следующие направленности (профили):

02.03.02_(00) ФИИТ (общий профиль)

02.03.02._(01) Информатика и компьютерные науки
02.03.02._(02) Автоматизация научных исследований
02.03.02._(03) Открытые информационные системы
02.03.02._(04) Сетевые технологии
02.03.02._(05) Инженерия программного обеспечения
02.03.02._(06) Супервычисления
02.03.02._(07) Интеллектуальные системы
02.03.02._(08) Инженерия знаний и электронное обучение
02.03.02._(09) Системное программирование и компьютерные науки.

В рамках направления ФИИТ факультетом реализуются две магистерские программы: «Открытые информационные системы» и «Информационные системы управления предприятием».

На факультете ВМК вся научно-образовательная деятельность по подготовке высококвалифицированных специалистов тесно связана с Российской академией наук, ведущими государственными научно-производственными объединениями и промышленными компаниями ИТ-бизнеса.

В настоящее время (и на протяжении ряда лет) успешно проходит реализация президентской программы по суперкомпьютерным технологиям. Эту программу реализуют российские вузы, образовавшие Консорциум по суперкомпьютерным технологиям. Эти технологии отражаются в новых курсах, и некоторых магистерских образовательных программах, а также в более чем 30 монографиях в области суперкомпьютинга. Российское суперкомпьютерное моделирование занимает ведущие мировые позиции.

На факультете ВМК МГУ регулярно проводится международная академия по суперкомпьютерным вычислениям для студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Разработан Практикум по высокопроизводительным вычислениям на базе суперкомпьютера Blue-Ginn, читаются межфакультетские естественнонаучные образовательные курсы. Этот практикум используется и другими факультетами. Итогом практикума является выход на суперкомпьютер и счет реальных прикладных задач математического моделирования.

Большое значение факультет придает научным исследованиям и образованию в области программной инженерии и защиты информации. Создан учебно-научный центр «Защита информации». В 2013 году образована кафедра защиты информации, на которой открыта магистерская программа «Математические методы и программное обеспечение защиты информации».

В 2016 году на факультете реализуется более 20 магистерских программ по направлениям «Прикладная математика и информатика», «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Для разработки и проектирования магистерских программ используются Собственные образовательные стандарты по указанным направлениям. Процесс проектирования магистерских программ содержит необходимость разработки специализированных профессиональных компетенций, которые поддерживают сопряженные профессиональные стандарты в области информационных технологий, причем они соотносятся с вариативными (специализированными) профессиональными дисциплинами и обобщенными трудовыми функциями из профессиональных стандартов. Интерес представляют специализированные компетенции вариативных специализированных профессиональных дисциплин, к рассмотрению которых мы переходим.

Особенностью образовательной программы магистра в МГУ по направлению «Прикладная математика и информатика» является наличие сквозного профиля, то есть магистерские программы конструируются в рамках определенного профиля, что позволяет использовать в обучении на уровне магистратуры специализированные знания, полученные уже в бакалавриате.

Рассмотрим сначала **Специализированные компетенции профиля «Системное программирование и компьютерные науки»**, которые реализуются на уровне **образовательной программы бакалавра**:

- способность понимать и применять на практике основные знания об устройстве и функционировании компьютеров и информационных систем, понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, владеть языком и современными средствами теории и методологии решения конкретных физико-математических и научно-практических задач оптимизации;
- способность использовать и применять методы математической логики и логического программирования, теории формальных языков, теории графов и автоматов, современных языков программирования и методов обработки данных для решения задач в профессиональной и научно-исследовательской деятельности;

- способность разрабатывать компиляторы, основанная на применении теории формальных языков, теории автоматов, теории графов, а также их практическое использование при создании конкретных приложений;
- способность к созданию распределенных систем, используя принципы построения, механизмы и алгоритмы синхронизации процессов при доступе к разделяемой памяти и общей файловой системе, способность оценивать время работы различных алгоритмов, используемых в распределенных системах и время выполнения операции для заданной модели памяти и при заданных параметрах сети.

Формирование этих компетенций происходит с помощью изучения следующих дисциплин, обязательных (базовых) для всех программ данного профиля:

- Функциональный анализ; Методы оптимизации; Комплексный анализ;
- Физические основы построения ЭВМ ; Алгебра и геометрия;
- Методы дискретной оптимизации; Введение в сети ЭВМ;
- Языки программирования; Теория автоматов и формальных языков;
- Формальные языки и автоматы;
- Математическая логика и логическое программирование*;
- Конструирование компиляторов; Распределенные системы;
- Методы оптимизации и исследование операций;
- и др.

На уровне образовательной программы подготовки магистра формируются следующие специализированные компетенции, соотносимые с дисциплинами магистерских программ, которые представлены ниже. Перечислим эти компетенции и дисциплины по каждой из некоторых магистерских программ.

2. Специализированные профессиональные компетенции магистерских программ

Специализированные профессиональные компетенции магистерской программы «Интеллектуальные системы»:

- способность проводить исследование теоретических и прикладных вопросов построения интеллектуальных систем различного назначения с применением адекватных технологий и инструментальных средств;
- способность анализировать знания в конкретной предметной области, выбирая для их формализации соответствующую модель представления знаний, строить на ее основе концептуальную модель предметной области, выделяя основные объекты, понятия и их отношения;
- способность формировать базы знаний, применять методы машинного обучения, разрабатывать и тестировать системы автоматической обработки текстов на естественном языке, решать прикладные задачи (автоматический перевод, анализ и генерация текста, моделирование человеко-машинного диалога), применять существующие инструментальные и программные средства компьютерной лингвистики.

Перечень специализированных профессиональных дисциплин магистерской программы «Интеллектуальные системы»:

- Параллельные вычисления; Парадигмы программирования;
- Прикладной многомерный статистический анализ;
- Модели представления знаний и онтологии;
- Математические методы анализа текста (на английском языке);
- Прикладные задачи компьютерной лингвистики;
- Теория игр и исследование операций***;
- Программные системы управления проектами;
- Методы интеллектуального анализа данных*; Интеллектуальный интерфейс;
- Научно-исследовательский семинар «Интеллектуальный анализ больших данных», в том числе курсовая работа.

ТРУДОВЫЕ ФУНКЦИИ: Оценка возможности создания архитектурного проекта программного средства (ПС «Архитектор программного обеспечения»); организация исследований и разработка перспективных методов, моделей и механизмов организации и планирования производства; (ПС «Специалист по стратегическому и тактическому планированию и организации производства»);

навыками решения практических задач, связанными с программированием на машинно-зависимом языке; проектирование программного обеспечения; (ПС «Программист»); Руководство

разработкой технических спецификаций программного обеспечения; (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»);

Специализированные профессиональные компетенции магистерской программы «Интеллектуальный анализ больших данных»:

- способность применять методы теории вероятностей и математической статистики к построению адекватных моделей реальных явлений и владеть ключевыми методами стохастического анализа;
- способность применять и разрабатывать методы интеллектуального анализа разнородных сложно структурированных данных большого объема для выявления скрытых зависимостей и построения моделей прогнозирования;
- способность программировать на специализированных языках программирования, предназначенных для построения моделей анализа данных, включая открытые решения на основе R-проект и коммерческие решения на основе SAS Code.

Перечень специализированных профессиональных дисциплин магистерской программы «Интеллектуальный анализ больших данных»:

- Анализ риска; Современные методы обработки сигналов;
- Прикладные задачи теории случайных процессов;
- Прикладной многомерный статистический анализ; Анализ временных рядов;
- Интеллектуальный анализ данных;
- Современные методы распределенного хранения и обработки данных;
- Пакеты прикладных программ для статистической обработки и анализа данных;
- Методы анализа и проектирования программного обеспечения;
- Обработка и распознавание изображений;
- Анализ текстовых данных и информационный поиск (на английском языке);
- Научно-исследовательский семинар «Интеллектуальный анализ больших данных», в том числе курсовая работа.

ТРУДОВЫЕ ФУНКЦИИ: Проектирование программного обеспечения (ПС «Программист»); Руководство разработкой технических спецификаций программного обеспечения (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»); Оценка возможности создания архитектурного проекта программного средства (ПС «Архитектор программного обеспечения»); организация исследований и разработка перспективных методов, моделей и механизмов организации и планирования производства (ПС «Специалист по стратегическому и тактическому планированию и организации производства»)

Специализированные профессиональные компетенции магистерской программы «Компиляторные технологии»:

- способность разрабатывать методы статического и динамического анализа программ и реализовывать указанные методы в оптимизирующих фазах компиляторов для современных языков программирования; способность составлять аналитические и проектные модели программного обеспечения, используя унифицированный язык моделирования и объектный язык ограничений;
- способность применять программные инструменты статического и динамического анализа исходного и бинарного кода программ для поиска критических ошибок, уязвимостей безопасности и недокументированных возможностей для обеспечения безопасности программного кода;
- способность использовать особенности современных платформ для разработки высокопроизводительных приложений; способность разрабатывать компиляторные технологии, обеспечивающие оптимизацию компилируемых программ, с учетом особенностей современных параллельных архитектур целевых вычислительных систем;
- способность разрабатывать защищенное программное обеспечение, использовать современные методы защиты существующих вычислительных систем и исследовать их защищенность.

Перечень специализированных профессиональных дисциплин магистерской программы «Компиляторные технологии»:

- Параллельные вычисления; Оптимизация в компиляторах;
- Компьютерные сети и телекоммуникации (дополнительные главы);
- Введение в информационную безопасность; Дедуктивный анализ программ;
- Анализ кода и информационная безопасность;
- Теория игр и исследование операций;

- Методы анализа и проектирования программного обеспечения;
- Анализ программ: понимание и оптимизация (на английском языке);
- Современные архитектуры и компиляторные технологии;
- Научно-исследовательский семинар «Компиляторные технологии», в том числе курсовая работа.

ТРУДОВЫЕ ФУНКЦИИ: Разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие; Проектирование программного обеспечения; (ПС «Программист»); Руководство разработкой технических спецификаций программного обеспечения; (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»);

Специализированные профессиональные компетенции магистерской программы

«Технологии программирования»:

- способность проводить исследования современных технологий программирования, разрабатывать аналитические и проектные модели программного обеспечения, используя унифицированный язык моделирования и объектный язык ограничений, применять методы аналитической верификации императивных;
- способность разрабатывать тесты для программного и аппаратного обеспечения, нацеленные на достижение заданных критериев покрытия, а также методы и инструменты автоматизации разработки таких тестов;
- способность применять программные инструменты поиска ошибок в исходном коде и интерпретировать результаты этого поиска, структурировать анализ бинарного кода при поиске отдельных классов нарушений безопасности программного обеспечения;
- способность разрабатывать, оптимизировать и отлаживать программное обеспечение для современных параллельных архитектур вычислительных систем.

Перечень специализированных профессиональных дисциплин магистерской программы

«Технологии программирования»:

- Параллельные вычисления; Объектно-ориентированный анализ и проектирование;
- Компьютерные сети и телекоммуникации (дополнительные главы);
- Формальные методы разработки программ; Верификация моделей программ;
- Тестирование программного обеспечения; Теория игр и исследование операций**;
- Анализ кода и надёжность программ;
- Технологии программирования для параллельных архитектур;
- Производительность программных систем (на английском языке);
- Научно-исследовательский семинар «Технологии программирования», в том числе курсовая работа.

ТРУДОВЫЕ ФУНКЦИИ: Разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие; Проектирование программного обеспечения; (ПС «Программист»); Руководство разработкой технических спецификаций программного обеспечения; (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»); Анализ требований к программному обеспечению (ПС «Программист»); Разработка автоматизированных процедур выявления попыток несанкционированного доступа к данным; Управление процессом разработки программного обеспечения; Руководство разработкой программного кода; (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»); Разработка регламентов и аудит системы безопасности данных; (ПС «Администратор баз данных»);

Специализированные профессиональные компетенции магистерской программы

«Суперкомпьютерные системы и приложения»:

- способность проводить исследование современных суперкомпьютерных технологий,
- выявлять актуальные задачи в этой области, разрабатывать методы и инструменты решения прикладных задач на вычислительных системах рекордной производительности, включая системы экзафлопсного класса;
- способность разрабатывать масштабируемые параллельные алгоритмы с учетом особенностей архитектур вычислительных систем, реализовывать разработанные алгоритмы с использованием технологий параллельного программирования для современных языков программирования, проводить оценки сложности параллельных алгоритмов;
- способность решать задачи из различных предметных областей на суперкомпьютерах, использовать особенности современных платформ для разработки высокопроизводительных приложений; способность применять высокоуровневые

параллельные математические библиотеки для решения прикладных задач на высокопроизводительных системах и суперкомпьютерах;

- способность разрабатывать параллельные приложения для многоядерных и графических процессоров; способность применять методы интеллектуального анализа данных для обработки данных большого объема на суперкомпьютерах.

Перечень специализированных профессиональных дисциплин магистерской программы

«Суперкомпьютерные системы и приложения»:

- Параллельные высокопроизводительные вычисления;
- Естественные модели параллельных вычислений;
- Компьютерные сети и телекоммуникации (дополнительные главы);
- Введение в информационную безопасность;
- Параллельные методы решения задач;
- Технологии распределенного хранения и обработки данных;
- Теория игр и исследование операций;
- Методы анализа и проектирования программного обеспечения;
- Администрирование суперкомпьютерных систем;
- Суперкомпьютерные системы и приложения (на англ. языке);
- Научно-исследовательский семинар «Параллельные вычисления», в том числе курсовая работа.

ТРУДОВЫЕ ФУНКЦИИ: Анализ требований к программному обеспечению (ПС «Программист»); Разработка автоматизированных процедур выявления попыток несанкционированного доступа к данным; Управление процессом разработки программного обеспечения; Руководство разработкой программного кода; (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»); Разработка регламентов и аудит системы безопасности данных; (ПС «Администратор баз данных»);

Специализированные профессиональные компетенции магистерской программы

«Распределенные системы и компьютерные сети»:

- способность применять современные методы и технологии при проектировании компьютерных сетей, решать задачи обучения по прецедентам, используя методы машинного обучения; информационно-управляющих систем реального времени и разрабатывать приложения, используя особенности архитектуры ИУС РВ;
- способность применять и разрабатывать распределённые алгоритмы в распределённых системах; разрабатывать защищенное программное обеспечение, использовать современные методы защиты существующих вычислительных систем и исследовать их защищенность;
- способность использовать общие принципы построения формальных моделей программ и описаний микроэлектронных схем на основе темпоральных логик; правильно записывать темпоральные спецификации распределенных программ и описаний микроэлектронных схем; применять методы и алгоритмы верификации формальных моделей программ; пользоваться системами верификации моделей программ SMV и SPIN;
- способность к выбору модели обеспечения повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов; к эффективному управлению проектом разработки программного обеспечения и применению методик, рекомендуемых стандартами.

Перечень специализированных профессиональных дисциплин магистерской программы

«Распределенные системы и компьютерные сети»:

- Компьютерные сети и телекоммуникации (дополнительные главы);
- Методы машинного обучения; Архитектура управляющих систем реального времени;
- Распределенные алгоритмы и системы; Информационная безопасность;
- Математические методы верификации (логических) схем и программ;
- Теория игр и исследование операций*;
- Теория массового обслуживания и проверка статистических гипотез;
- Облачные вычисления и виртуализация информационных ресурсов;
- Научно-исследовательский семинар «Распределенные системы и компьютерные сети», в том числе курсовая работа.

ТРУДОВЫЕ ФУНКЦИИ: Анализ требований к программному обеспечению (ПС «Программист»); Управление процессом разработки программного обеспечения; Руководство разработкой программного кода; (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»);

Разработка регламентов и аудит системы безопасности данных; (ПС «Администратор баз данных»); Выбор технологий и средств разработки программного обеспечения, включая системы управления исходным кодом; (ПС «Архитектор программного обеспечения»)

Специализированные профессиональные компетенции магистерской программы

«Квантовая информатика»:

- способность составлять математическую модель и отлаживать программу, моделирующую эволюцию систем, описываемых квантовой электродинамикой, на основе типовых гамильтонианов;
- способность составлять и отлаживать программы расчета основных характеристик квантовых систем (спектр, собственные состояния, степень запутанности, время релаксации); с применением суперкомпьютера; способность оценивать сложность моделирования квантовых систем на компьютерах и суперкомпьютерах, и находить оптимальное решение для такого моделирования;
- способность строить модификации основных квантовых криптографических протоколов и оценивать их секретность в зависимости от технического задания; анализировать и строить квантовые схемы из типовых функциональных элементов для решения задач обработки информации;
- способность строить математические и компьютерные модели квантовых каналов связи, находить их оптимизацию с учетом пропускной способности, шумов и степени секретности; организовать совместную работу команды математиков и программистов в области квантовых методов обработки информации.

Перечень специализированных профессиональных дисциплин магистерской программы

«Квантовая информатика»:

- Квантовая механика и квантовые вычисления;
- Квантовая информатика и квантовые коммуникации; Статистическая физика*;
- Введение в информационную безопасность; Параллельные методы решения задач;
- Квантовая теория информации; Физика волновых процессов**;
- Моделирование квантовых систем; Численные методы математической физики**;
- Квантовая криптография (на английском языке);
- Научно-исследовательский семинар «Квантовая информатика», в том числе курсовая работа.

ТРУДОВЫЕ ФУНКЦИИ: Анализ требований к программному обеспечению (ПС «Программист»); управление конфигурациями и выпусками программного продукта; Руководство проектированием программного обеспечения квантовой информатики; (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»)

Специализированные профессиональные компетенции магистерской программы

«Большие данные: инфраструктуры и методы решения задач»:

- способность применять и разрабатывать методы виртуальной интеграции и унификации моделей данных при организации хранилищ больших данных;
- способность выделять сущности из слабоструктурированных и неструктурированных данных, сопоставлять, сливать сущности, удалять дубликаты сущностей в массивных коллекциях данных;
- способность разрабатывать методы обнаружения аномалий в конкретных предметных областях на базе платформ хранения и обработки больших данных; создавать распределенные кластеры для хранения и анализа больших данных, создавать масштабируемые программы анализа больших данных;
- способность формировать, тестировать, уточнять, использовать в логических рассуждениях гипотезы при моделировании изучаемых природных явлений (объектов); извлекать информацию из разнообразных больших данных в социальных средах, представлять ее в разнообразных моделях данных, ставить и решать задачи над такими данными.

Перечень специализированных профессиональных дисциплин магистерской программы

«Большие данные: инфраструктуры и методы решения задач»:

- Виртуальная интеграция неоднородных данных и унификация моделей данных;
- Материализованная интеграция данных и организация хранилищ больших данных;
- Управление разно-структурированными большими данными;
- Идентификация и слияние сущностей в больших данных;
- Детектирование аномалий в больших данных;
- Гипотезы и модели в науках с интенсивным использованием данных;

- Анализ больших данных в социальных средах;
- Прикладной многомерный статистический анализ*;
- Интеллектуальный анализ данных;
- Научно-исследовательский семинар «Платформы и аналитика больших данных», в том числе курсовая работа.

ТРУДОВЫЕ ФУНКЦИИ: Разработка политики информационной безопасности на уровне БД; Разработка регламентов и аудит системы безопасности данных; (ПС «Программист»); Руководство разработкой технических спецификаций программного обеспечения; (ПС «Руководитель разработки программного обеспечения»).

Приведенные материалы позволяют использовать их для разработки основных примерных образовательных программ, актуализированных магистерских программ по направлениям «Прикладная математика и информатика», «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

10.10 2016.

Об авторах:

Тихомиров Василий Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент, помощник декана факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, zedum@cs.msu.ru;

Парчевская Любовь Николаевна, начальник отдела магистратуры факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, zavuch.master@gmail.com.