

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»**

Факультет вычислительной математики и кибернетики

**Утверждено Ученым Советом
МГУ имени М.В.Ломоносова**

Протокол № 5 от 22.12.2014

**Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования**

Направление подготовки (специальность) высшего образования
01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность программы
«Квантовая информатика»

Уровень высшего образования
Магистратура

Москва

2018 год

Основная профессиональная образовательная программа разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» Утвержден приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказа МГУ от 27 апреля 2012 года № 303, от 22 мая 2015 года № 490, от 30 декабря 2016 года №1690).

УТВЕРЖДЕНО
Ученым советом факультета
вычислительной математики и кибернетики

Протокол № 4 от 25.04.2018

Декан факультета
вычислительной математики и кибернетики
академик РАН Моисеев Е.И.



Моисеев Е.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Направление подготовки (специальность) высшего образования
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность программы
«Квантовая информатика»

Уровень высшего образования
Магистратура

Москва
2018 год

Определения и сокращения

Образовательный стандарт МГУ (ОС МГУ) – образовательный стандарт, самостоятельно устанавливаемый МГУ имени М.В.Ломоносова для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования;

ОПОП ВО – основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа магистратуры;

Зачетная единица (з.е.) – унифицированная единица измерения трудоемкости учебной нагрузки обучающегося при освоении ОПОП ВО (отдельных элементов ОПОП ВО), включающая в себя все виды учебной деятельности обучающегося, предусмотренные учебным планом для достижения планируемых результатов обучения. Одна зачетная единица соответствует 36 академическим часам. Объем структурных элементов ОПОП ВО выражается целым числом зачетных единиц. При реализации совместных образовательных программ величина зачетной единицы может составлять не менее 25 и не более 30 астрономических часов (установленная величина зачетной единицы должна быть единой в рамках ОПОП ВО).

УК – универсальные компетенции выпускников ОПОП ВО;

ОПК – общепрофессиональные компетенции выпускников ОПОП ВО;

ПК – профессиональные компетенции выпускников ОПОП ВО;

СПК – специализированные компетенции выпускников ОПОП ВО;

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

Сетевая форма – сетевая форма реализации ОПОП ВО.

Нормативные правовые документы

Федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ.

Федеральный закон Российской Федерации «О Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова и Санкт-Петербургском государственном университете» от 10 ноября 2009 г. № 259-ФЗ .

Образовательный стандарт, самостоятельно устанавливаемый МГУ имени М.В.Ломоносова по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень высшего образования – магистратура) Утвержден приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказа МГУ от 27 апреля 2012 года № 303, от 22 мая 2015 года 490, от 30 декабря 2016 года №1690).

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от от 28 августа 2015 г. N 911.

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата,

программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 05 апреля 2017 г. № 301.

Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 г. № 636.

Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27 ноября 2015 г. № 1383.

Устав МГУ имени М.В.Ломоносова.

1. Общие сведения об образовательной программе

1.1. Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа магистратуры (далее – ОПОП), реализуемая на факультете вычислительной математики и информатики МГУ по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», направленность «Квантовая информатика», представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную МГУ имени М.В.Ломоносова в соответствии с требованиями федеральных нормативных документов и самостоятельно установленного образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (Утвержден приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказа МГУ от 27 апреля 2012 года № 303, от 22 мая 2015 года № 490, от 30 декабря 2016 года №1690).

ОПОП включает в себя: общую характеристику образовательной программы, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы дисциплин (модулей), программы практики, в том числе научно-исследовательской работы. оценочные и методические материалы.

1.2. Квалификация, присваиваемая выпускнику ОПОП «магистр».

1.3. Объем образовательной программы: 120 зачетных единиц (далее – з.е.).

1.4. Форма обучения: очная.

1.5. Срок получения образования:

при очной форме обучения 2 года;

1.6. Язык (языки) образования

Образовательная деятельность по ОПОП ВО осуществляется на государственном языке Российской Федерации и в соответствии с ОС МГУ по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика».

1.7. Тип ОПОП ВО

ОПОП является программой академического типа и направлена на подготовку к научно-исследовательскому и проектному и производственно-технологическому видам профессиональной деятельности как *основным*.

2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ОПОП ВО

2.1. Область профессиональной деятельности выпускника ОПОП

Область профессиональной деятельности выпускников МГУ, освоивших ОПОП ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», включает:

- научные, научно-исследовательские организации, связанные с решением научных и технических задач, научно-исследовательские и вычислительные центры;
- научно-производственные организации;
- образовательные организации высшего образования и профессиональные образовательные организации, органы государственной власти, организации различных форм собственности, индустрии и бизнеса, осуществляющие разработку и использование информационных систем, научных достижений, продуктов и сервисов в сфере прикладной математики и информатики.

Выпускники ОПОП могут осуществлять профессиональную деятельность и в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника ОПОП

Объектами профессиональной деятельности выпускников могут являться:

- математическое моделирование;
- математическая физика;
- обратные и некорректно поставленные задачи;
- численные методы;
- теория вероятностей и математическая статистика;
- исследование операций и системный анализ;
- оптимизация и оптимальное управление;
- математическая кибернетика;
- дискретная математика;
- нелинейная динамика, информатика и управление;
- математические модели сложных систем (теория, алгоритмы, приложения);
- математические и компьютерные методы обработки изображений;
- математическое и информационное обеспечение экономической деятельности;
- математические методы и программное обеспечение защиты информации;
- математическое и программное обеспечение компьютерных сетей;
- информационные системы и их исследование методами математического прогнозирования и системного анализа;
- математические модели и методы в проектировании сверхбольших интегральных схем;
- высокопроизводительные вычисления и технологии параллельного программирования;
- вычислительные нанотехнологии;
- Квантовая информатика;
- биоинформатика;

- программная инженерия;
 - системное программирование;
 - средства, технологии, ресурсы и сервисы электронного обучения и мобильного обучения;
 - прикладные интернет-технологии;
 - автоматизация научных исследований;
 - языки программирования, алгоритмы, библиотеки и пакеты программ, продукты системного и прикладного программного обеспечения;
 - системное и прикладное программное обеспечение;
 - базы данных;
 - системы управления предприятием;
 - сетевые технологии;
- а также другие объекты в области прикладной математики и информатики.

2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника ОПОП

научно-исследовательская

проектная и производственно-технологическая

2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника ОПОП

В научно-исследовательском виде профессиональной деятельности выпускник готов решать следующие задачи:

- построение математических моделей и исследование их аналитическими методами, разработка алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов;
- исследование систем методами математического прогнозирования и системного анализа;
- разработка и применение современных высокопроизводительных вычислительных технологий, применение современных суперкомпьютеров в проводимых исследованиях;
- изучение новых научных результатов, научной литературы или научно-исследовательских проектов в области прикладной математики и информатики в соответствии с тематикой проводимых исследований;
- составление научных обзоров, рефератов и библиографии, подготовка научных и научно-технических публикаций по тематике проводимых исследований.

3. Компетенции выпускника (требуемые результаты освоения) ОПОП

В результате освоения программы магистратуры у выпускника МГУ должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные, профессиональные и специализированные профессиональные компетенции.

3.1. Выпускник, освоивший программу магистратуры должен обладать следующими **универсальными компетенциями:**

- Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности (УК-1).
- Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (УК-2).
- Способность осуществлять письменную и устную коммуникацию на иностранном языке (иностранных языках) в процессе межкультурного взаимодействия в академической и профессиональной сферах на основе современных коммуникативных технологий (УК-3).
- Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (УК-4).

3.2. Выпускник, освоивший программу магистратуры должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями:**

- Способность совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения актуальных задач в области фундаментальной и прикладной математики, в том числе руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-1).
- Способность создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты (ОПК-2).
- Способность с учетом основных требований информационной безопасности комбинировать и адаптировать современные информационные технологии для решения задач в области прикладной математики и информатики, а также для расширения и углубления своих знаний в смежных сферах деятельности (ОПК-3).
- Способность осуществлять письменную и устную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации в процессе профессионального и академического взаимодействия, связанного с профессиональной деятельностью, с учетом культурного контекста общения на основе современных коммуникативных технологий (ОПК-4).
- Способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОПК-5).

3.3. **Профессиональные компетенции** выпускника, освоившего программу магистратуры

3.1.1. Профессиональные компетенции, соответствующие видам профессиональной деятельности, на которые **ориентирована** программа магистратуры:

Научно-исследовательская деятельность:

- Способность самостоятельно и в составе научного коллектива проводить научные исследования и получать новые научные результаты на основе обладания

фундаментальными знаниями, понимания актуальных концепций, принципов и теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ПК-1).

- Способность понимать, совершенствовать и применять в научно-исследовательской деятельности современный математический аппарат (ПК-2).

Проектная и производственно-технологическая деятельность:

- Способность самостоятельно и в составе производственного коллектива разрабатывать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах (ПК-3.М).

- Способность комбинировать и адаптировать для целей профессиональной деятельности современные средства разработки программного обеспечения и методы параллельной обработки данных, разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение, системы обработки и анализа данных, сетевые технологии (ПК-4.М).

- Способность структурировать общую схему решения прикладной задачи в соответствии с ее спецификой, а также определить совокупность и особенности применения математических методов и программных решений для каждого из этапов полученной схемы (ПК-5.М).

- Способность прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций (ПК-6.М).

3.4. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими **специализированными профессиональными компетенциями**, соответствующими направленности «Квантовая информатика» программы магистратуры:

- способность создавать и анализировать математические модели эволюции квантовых систем, в том числе ориентируясь на применение суперкомпьютеров (М-СПК(7)–1);
- способность рассчитывать основные характеристики квантовых систем с применением суперкомпьютеров, оценивать степень сложности динамического сценария системы атомов и молекул с учетом взаимодействия с электромагнитным полем (М-СПК(7)–2);
- способность строить и анализировать квантовые схемы из типовых функциональных элементов для решения задач обработки информации, строить и оптимизировать математические и компьютерные модели квантовых каналов связи, создавать модификации основных квантовых криптографических протоколов и оценивать их секретность в зависимости от технического задания (М-СПК(7)–3);
- способность свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области квантовой информатики на английском языке (М-СПК(7)–4);
- способность получать собственные аналитические результаты в области квантовой информатики и представлять их в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (М-СПК(7)–5).

4. Структура ОПОП и формируемые компетенции

Структура программ магистратуры включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную).

В базовую часть ОПОП ВО входят:

дисциплины (модули), которые являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности;

государственная итоговая аттестация.

В вариативную часть ОПОП ВО входят:

дисциплины (модули), определяющие направленность ОПОП ВО;

практики, в том числе научно-исследовательская работа.

В Государственную итоговую аттестацию по результатам освоения ОПОП ВО входят:

государственный экзамен (включая подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена);

защита выпускной квалификационной работы (включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты).

Таблица 4.1.

Элементы ОПОП	Объем элементов ОПОП в зачетных единицах	Коды компетенций
<i>БЛОКИ, ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛИ)</i>	<u>79</u>	
БАЗОВАЯ ЧАСТЬ	20	
Иностранный язык	8,00	УК-3.М
Правоведение	4,00	ОПК-5.М
Русский язык и культура речи	4,00	ОПК-4.М
Суперкомпьютерное моделирование и технологии	4,00	ОПК-3.М ПК-4.М М-СПК(7)–1 М-СПК(7)–2
ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ	59	
Современная философия и методология науки	3	УК-1.М
История и методология прикладной математики и информатики	2	УК-1.М
Спецсеминар «Квантовая информатика»	13,00	ПК-1.М ПК-2.М

		ПК-5.М М-СПК(7)–4 М-СПК(7)–5
Межфакультетские курсы	2	УК-4.М
Дисциплины магистерской программы по выбору	8,00	М-СПК(7)–1 М-СПК(7)–2 М-СПК(7)–3 М-СПК(7)–4 М-СПК(7)–5
Модуль «Компьютерные модели сложных систем»	8	
Моделирование квантовых систем	4,00	ОПК-1.М ПК-2.М ПК-3.М М-СПК(7)–1
Теория разностных схем	3,00	ОПК-1.М ПК-2.М ПК-3.М М-СПК(7)–1
Параллельные методы решения задач	4,00	ОПК-1.М ПК-2.М ПК-3.М М-СПК(7)–1
Модуль «Физические основы теории сложных систем»	10	
Квантовая механика и квантовые вычисления	4,00	ОПК-2.М ПК-1.М ПК-5.М М-СПК(7)–2
Статистическая физика	3,00	ОПК-2.М ПК-1.М ПК-5.М М-СПК(7)–2
Физика волновых процессов	3,00	ОПК-2.М ПК-1.М ПК-5.М М-СПК(7)–2
Модуль «Безопасность квантовых информационных каналов»	10	
Квантовая информатика и квантовые коммуникации	4,00	ОПК-3.М ПК-4.М М-СПК(7)–3

		М-СПК(7)–4
Введение в информационную безопасность	2,00	ОПК-3.М ПК-4.М М-СПК(7)–3 М-СПК(7)–4
Квантовая теория информации	2,00	ОПК-3.М ПК-4.М М-СПК(7)–3 М-СПК(7)–4
Дисциплина магистерской программы (на английском языке)	2,00	ОПК-3.М ПК-4.М М-СПК(7)–3 М-СПК(7)–4
ПРАКТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА	32	
Практики		
Преддипломная	4	УК-1.М УК-2.М ОПК-2.М ОПК-3.М ПК-2.М ПК-3.М ПК-4.М
Научно-исследовательская работа		
Научно-исследовательская работа	28	УК-1.М УК-2.М УК-4.М ОПК-1.М ОПК-3.М ПК-1.М ПК-5.М
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	9	Во время ГИА оценивается выполнение итоговых индикаторов (показателей) достижения всех требуемых компетенций
Междисциплинарный экзамен по направлению "Прикладная математика и информатика"	3	
Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации)	6	
Объем программы магистратуры	120	

Примерный перечень дисциплин по выбору студента направленности «Квантовая информатика» (выбор дисциплинарного модуля общим объемом 8 з.е.)

Наименование дисциплины	Объем (з.е.)
Моделирование квантовых систем	3
Введение в квантовую теорию	3
Параллельное программирование графических процессоров	3
Параллельное программирование для высокопроизводительных вычислительных систем	3
Нейронные сети и их практическое применение	2
Управление сетевыми ресурсами и качеством сервиса	2
Ускорение вычислений по стандарту OpenCL на программируемых логических интегральных схемах	2