

**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.Ломоносов**

**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 (профиль) программы  
**«Квантовая информатика»**

Уровень высшего образования  
**Магистратура**

Москва

2019 год

Основная профессиональная образовательная программ 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 30.08.2019 №1041.

УТВЕРЖДЕНО  
Ученым советом факультета  
вычислительной математики и кибернетики

Протокол № 5 от 20.06.2019

Декан факультета  
вычислительной математики и кибернетики  
академик Соколов И.А.



## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

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

Направленность (профиль) программы  
**«Квантовая информатика»**

Уровень высшего образования  
**Магистратура**

Москва  
2019 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.

Схема интегрированной подготовки по программам бакалавриата, программам магистратуры (интегрированная подготовка) – последовательная реализация программ бакалавриата, программ магистратуры, которая осуществляется в МГУ имени М.В.Ломоносова по направлению подготовки, обеспечивая преемственность содержания образования, технологий и результатов обучения;

ОПОП ВО – основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата, программа магистратуры.

Зачетная единица (з.е.) – количественная единица для унифицированного способа выражения объемов образовательных программ высшего образования разного уровня и направленности, а также объемов отдельных образовательных элементов, составляющих эти программы, в основе которого лежат установленные (ожидаемые) результаты обучения и номинальные трудозатраты обучающегося, необходимые для их достижения. Величина одной зачетной единицы составляет 1/60 часть полных трудозатрат обучающегося за один учебный год при очной форме обучения. Объем образовательных программ и их элементов выражается целым числом зачетных единиц. При реализации ОПОП ВО величина одной зачетной единицы составляет 36 академических часов (27 астрономических часов).

ВО – высшее образование.

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования.

УК – универсальные компетенции выпускников ОПОП ВО.

ОПК – общепрофессиональные компетенции выпускников ОПОП ВО.

ПК – профессиональные компетенции выпускников ОПОП ВО.

СПК – специализированные профессиональные компетенции выпускников ОПОП ВО.

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», утвержденный приказом МГУ от 30.08.2019 №1041.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень

высшего образования – магистратура) Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 №9.

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 (профиль) «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» утвержденного приказом МГУ от 30.08.2019 №1041.

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, производственно-технологическому типам задач профессиональной деятельности как *основным*.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ОПОП ВО**

### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускника ОПОП**

Профессиональная деятельность выпускников ОПОП по направленности «Квантовая информатика», реализуемых в МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – выпускники МГУ), направлена на разработку, совершенствование и реализацию новых математических и компьютерных методов решения задач в сфере прикладных научных исследований, а также во всех сферах деятельности, связанных с проектированием, созданием и поддержкой информационно-коммуникационных систем, систем автоматизированного управления и анализа данных. Профессиональная деятельность выпускников МГУ предполагает: построение и анализ математических моделей в областях наук, использующих математические методы и компьютерные технологии; осуществление программно-информационного обеспечения научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности. Выпускники МГУ могут осуществлять педагогическую деятельность, направленную на преподавание математических и компьютерных дисциплин в сферах общего образования, профессионального образования, дополнительного образования.

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники МГУ могут осуществлять профессиональную деятельность:

01 Образование и наука (в сферах общего образования, профессионального образования, дополнительного образования; в сфере научных исследований);

06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки и тестирования программного обеспечения; в сфере проектирования, создания и поддержки информационно-коммуникационных систем и баз данных; в сфере создания информационных ресурсов в информационно-коммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»);

24 Атомная промышленность (в сфере проектирования, создания и поддержки систем автоматического управления и информационно-коммуникационных систем, а также математического моделирования);

25 Ракетно-космическая промышленность (в сфере проектирования, создания и поддержки систем автоматического управления и информационно-коммуникационных систем, а также математического моделирования);

32 Авиастроение (в сфере проектирования, создания и поддержки систем автоматического управления и информационно-коммуникационных систем, а также математического моделирования);

40. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности» (в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок; в сфере разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами производства).

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 математические модели, алгоритмы, численные методы, прикладное программное обеспечение, технологии вычислений и программирования, технологии хранения и обработки информации, а также другие объекты в области прикладной математики и информатики.

## 2.3. Типы профессиональной деятельности выпускника ОПОП

научно-исследовательский;  
производственно-технологический.

## 2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника ОПОП

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

- сбор, анализ и обработка научной информации по тематике исследования в области прикладной математики и информатики;
- планирование исследования и выбор методов решения поставленных задач в области прикладной математики и информатики;
- проведение исследования в области прикладной математики и информатики с применением выбранных методов и средств;
- анализ полученных результатов и подготовка рекомендаций по продолжению исследования;
- подготовка научных публикаций, отдельных разделов аналитических обзоров и отчетов по результатам научно-исследовательской работы в области прикладной математики и информатики;
- представление результатов научно-исследовательской деятельности, выступление с сообщениями и докладами по тематике проводимых исследований в области прикладной математики и информатики;

В производственно-технологическом типе профессиональной деятельности выпускник готов решать следующие задачи:

- разработка, применение и реализация в современных программных комплексах алгоритмов компьютерной математики;
- разработка и реализация системного и прикладного программного обеспечения;
- верификация и тестирование программного обеспечения;
- разработка принципов функционирования информационно-коммуникационных систем, систем автоматического управления и анализа данных;
- разработка технической документации и методического обеспечения продукции в сфере информационных технологий, управление технической информацией;

- применение и реализация в современных программных комплексах алгоритмов компьютерной математики;
- модификация и отладка системного и прикладного программного обеспечения;
- оценка качества разрабатываемого программного обеспечения путем проверки соответствия продукта заявленным требованиям, сбора и передачи информации о несоответствиях;
- разработка, реализация и поддержка компонентов информационно-коммуникационных систем;
- разработка технических документов информационно-методического и маркетингового назначения.

### **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:**

Группа компетенций **НАУЧНОЕ МЫШЛЕНИЕ**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.

УК-2. Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач.

УК-3. Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач.

Группа компетенций **РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ**

УК-4. Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта.

Группа компетенций **КОМАНДНАЯ РАБОТА И ЛИДЕРСТВО**

УК-5. Способен организовывать и осуществлять руководство работой команды (группы), вырабатывая и реализуя командную стратегию для достижения поставленной цели.

Группа компетенций **КОММУНИКАЦИЯ И МЕЖКУЛЬТУРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ**

УК-6. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия.



УК-11. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития.

#### Группа компетенций САМООРГАНИЗАЦИЯ И САМОРАЗВИТИЕ

УК-12. Способен определять и реализовывать приоритеты личностного и профессионального развития на основе самооценки.

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

ОПК-1. Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики.

ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач.

ОПК-3. Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты.

ОПК-4. Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности.

ОПК-5. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

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

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

Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:

ПК-1. Способен в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, определять теоретическую основу и методологию исследования, разрабатывать план исследования в области прикладной математики и информатики;

ПК-2. Способен в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, проводить научные исследования и (или) осуществлять разработки в области прикладной математики и информатики с получением научного и (или) научно-практического результата;

ПК-3. Способен готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой.

Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности:

ПК-4. Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах.

ПК-5. Способен разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение.

ПК-6. Способен разрабатывать и применять современные алгоритмические и программные решения в области информационно-коммуникационных технологий.

3.4. Выпускник, освоивший программу программы магистратуры, должен обладать следующими **специализированными профессиональными компетенциями**, соответствующими направленности (профилю) «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 (профиля);

государственная итоговая аттестация.

##### **В вариативную часть ОПОП ВО входят:**

дисциплины (модули), определяющие направленность (профиль) 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
<b>БЛОКИ, ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛИ)</b>	<b>81</b>	
<b>БАЗОВАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>15</b>	
Иностранный язык	8	УК-6.М
Правоведение	2	УК-1.М УК-11.М УК-12.М
Современная философия и методология науки	2	УК-2.М УК-3.М
Суперкомпьютерное моделирование и технологии	3	ОПК-2.М ОПК-3.М
<b>ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>66</b>	
История и методология прикладной математики и информатики	2	УК-1.М УК-3.М
Межфакультетские курсы по выбору студента	2	УК-2.М
Дисциплина факультета по выбору студента	10,00	ПК-1.М ПК-2.М ПК-3.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
Квантовая информатика	13	ОПК-1.М ПК-3.М М-СПК(7)–1 М-СПК(7)–5
<b>Модуль "Компьютерные модели сложных систем"</b>	<b>11</b>	
Моделирование квантовых систем	4,00	ОПК-1.М ОПК-4.М

		ПК-4.М М-СПК(7)–3 М-СПК(7)–4
Теория разностных схем	3,00	ОПК-1.М ОПК-4.М ПК-4.М М-СПК(7)–3 М-СПК(7)–4
Параллельные методы решения задач	4,00	ОПК-1.М ОПК-4.М ПК-4.М М-СПК(7)–3 М-СПК(7)–4
<b>Модуль "Физические основы теории сложных систем"</b>	13	
Квантовая механика и квантовые вычисления	3,00	ОПК-2.М ОПК-3.М ПК-1.М ПК-3.М ПК-6.М
Физика волновых процессов	2,00	ОПК-2.М ОПК-3.М ПК-1.М ПК-3.М ПК-6.М
Параллельное программирование для высокопроизводительных вычислительных систем	2,00	ОПК-2.М ОПК-3.М ПК-1.М ПК-3.М ПК-6.М
<b>Модуль "Безопасность квантовых информационных каналов"</b>	5	
Квантовая информатика и квантовые коммуникации	4,00	ОПК-2.М ОПК-4.М ПК-2.М М-СПК(7)–2 М-СПК(7)–5
Введение в информационную безопасность	2,00	ОПК-2.М ОПК-4.М ПК-2.М М-СПК(7)–2 М-СПК(7)–5
Квантовая теория информации	2,00	ОПК-2.М ОПК-4.М

		ПК-2.М М-СПК(7)–2 М-СПК(7)–5
Дисциплина магистерской программы (на английском языке)	2,00	ОПК-2.М ОПК-4.М ПК-2.М М-СПК(7)–2 М-СПК(7)–5
<b>ПРАКТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА</b>	<b>30</b>	
<b>Практики</b>		
Технологическая	2	УК-4.М УК-12.М ОПК-4.М ПК-1.М
Преддипломная	4	УК-4.М УК-5.М ОПК-3.М ОПК-5.М ПК-2.М
Научно-исследовательская работа	24	УК-5.М УК-6.М ОПК-1.М ОПК-5.М ПК-1.М
<b>ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ</b>	<b>9</b>	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	
<b>Объем программы магистратуры</b>	<b>120</b>	

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

<b>Наименование дисциплины</b>	<b>Объем (з.е.)</b>
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