

УТВЕРЖДЕНО  
Ученым советом факультета  
вычислительной математики и кибернетики

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Декан факультета  
вычислительной математики и кибернетики  
\_\_\_\_\_ И.А. Соколов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

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

Направленность (профиль) программы  
**Системное программирование и компьютерные науки**

Уровень высшего образования  
**магистратура**

### **магистерские программы:**

«Интеллектуальные системы»  
«Интеллектуальный анализ больших данных»  
«Компиляторные технологии»  
«Технологии программирования»  
«Суперкомпьютерные системы и приложения»  
«Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и  
обработки данных»  
«Квантовая информатика»  
«Компьютерное зрение  
графика и обработка изображений»

Москва 2023 год

## **Определения и сокращения**

ОПОП ВО – основная профессиональная образовательная программа высшего образования – 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.

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.

Самостоятельно установленный МГУ образовательный стандарт (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика".

Профессиональный стандарт «Программист», (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.07.2022 № 424н);

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта в Российской Федерации до 2030 года;

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.

## **1. Общие сведения об образовательной программе**

1.1. Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа магистратуры (далее – ОПОП) по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», направленность (профиль) «СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ», представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную факультетом вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова (далее – ВМК МГУ) в соответствии с требованиями федеральных нормативных документов и федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС ВО 3++) для образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА».

ОПОП включает в себя: общую характеристику образовательной программы, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы дисциплин (модулей), программы практик, 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 типу задач* профессиональной деятельности как *основным*.

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

2.1. Область профессиональной деятельности выпускника ОПОП

Профессиональная деятельность выпускников, освоивших ОПОП ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» 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.

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

01 Образование и наука (в сферах: дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования; научных исследований);

06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сферах: разработки и тестирования программного обеспечения; создания, поддержки и администрирования информационно-коммуникационных систем и баз данных, управления информационными ресурсами в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"));

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 разработки автоматизированных систем управления производством).

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 фундаментальной информатики и информационных технологий.

## 2.3. Типы профессиональной деятельности выпускника ОПОП научно-исследовательский;

## 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.

### 3. Планируемые результаты освоения ОПОП

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

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

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
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-1.1 Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывает стратегию действий, формулирует научно обоснованные гипотезы, применяет методологию научного познания в профессиональной деятельности УК-1.2 Разрабатывает общую стратегию решения поставленной задачи
	УК-3. Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач	УК-3.1. - Использует основные 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.	УК-4.1. – Предлагает последовательность действий при реализации проекта УК-4.2. - Реализует на практике план проекта УК-4.3. - Критически анализирует результаты выполнения 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.	УК-5.1. - Организовывает и осуществляет руководство работой команды (группы), вырабатывает и реализует 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 (иностраных языках), для академического и профессионального взаимодействия.	УК-6.1. Осуществляет письменную и устную коммуникацию на иностранном языке в профессиональной сфере УК-6.2. Ведет деловую переписку на русском языке с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем
	УК-11. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.	УК-11.1. - Анализирует и учитывает разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
Группа компетенций САМООРГАНИЗАЦИЯ И САМОРАЗВИТИЕ	УК-12. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личного и профессионального развития	УК-12.1. - Критически анализирует собственный интеллектуальный потенциал, оценивает возможные направления саморазвития УК-12.2 Выстраивает профессиональную траекторию на основе адекватной самооценки
Группа компетенций ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕН ИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТ И	УК-13 Способен использовать физическую культуру личности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности и соблюдения норм здорового образа жизни.	УК-13.1. - Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности УК-13.2. - Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности
	УК-14 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	УК-14.1. Анализирует, идентифицирует и устраняет факторы вредного влияния элементов среды обитания, в т.ч. в рамках осуществляемой деятельности. УК-14.2. Формирует общую культуру безопасного и ответственного поведения; выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.

	УК-15 Способен использовать базовые знания в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, понимать экологические ограничения и последствия в сфере профессиональной деятельности.	УК-15.1 Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.  УК-15.2 Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях.
Группа компетенций ПРАВОВАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА	УК-16 Способен использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности и формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению в социальной и профессиональной среде.	УК-16.1. Выявляет и распознает факты коррупции УК-16.2. Демонстрирует неприятие коррупционных отношений
	УК-17 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.	УК-17.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели формы участия государства в экономике УК-17.2. Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей, использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические и финансовые риски

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

Код и наименование общепрофессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики.	ОПК-1.1 – Собирает литературные данные для решения поставленной задачи с использованием баз данных профессионального назначения ОПК-1.2 Проводит разработку математических моделей, алгоритмов и программных систем в области профессиональной деятельности, с использованием современного программного обеспечения, в том числе суперкомпьютерных технологий и технологий искусственного интеллекта ОПК-1.3 Проводит научные исследования для решения поставленной задачи в соответствии с разработанным планом
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач.	ОПК-2.1. Совершенствует новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач для решения задач профессиональной деятельности; ОПК-2.2. Использует современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач

	профессиональной деятельности
ОПК-3. Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты	ОПК-3.1. Создает и анализирует математические модели профессиональных задач ОПК-3.2. Умеет 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-4.1. - уметь комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности ОПК-4.2. - иметь практический опыт применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности.
ОПК-5. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	ОПК-5.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке ОПК-5.2. Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе ОПК-5.3. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках

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

Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
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-1.1. Осуществляет поиск и критический анализ научной информации в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации ПК-1.2. Имеет практический опыт определения теоретической основы и методологии исследования, разработки плана 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-2.1. Использует знание проводить научные исследования и (или) осуществлять разработки в области прикладной математики и информатики, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки и использования математических и программных моделей ПК-2.2. Решает задачи с получением научного и (или) научно-практического результата с применением математического моделирования, информационных технологий и систем искусственного интеллекта
ПК-3. Способен готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой.	ПК-3.1. Составляет и оформляет согласно требованиям ГОСТ отчеты по результатам НИР ПК-3.2. Составляет обзоры литературы по тематике научных проектов, готовит материал для включения в заявки на финансирование НИР

### Специализированные профессиональные компетенции

**Направленность (профиль) программы магистратуры «Интеллектуальные системы»:**

**СПК–1(1).** Способен выбрать оптимальную модель вычислений, язык, среду и систему программирования для решения поставленной задачи, в том числе по разработке



интеллектуальных информационных систем, на основе сравнительного анализа современных инструментальных средств построения прикладных систем.

**СПК–2(1).** Способен применять современные математические методы теории вероятностей и математической статистики, теории игр и исследования операций для построения прикладных интеллектуальных систем.

**СПК–3(1).** Способен применять в профессиональной деятельности модели, методы и технологии в области искусственного интеллекта и компьютерной лингвистики, в том числе методы эвристического поиска решений, методы машинного обучения и интеллектуального анализа данных, модели формализации и представления знаний в конкретной предметной области и технологии построения баз знаний, методы автоматической обработки текстов на естественном языке и способы разработки необходимых для этого лексических ресурсов.

**СПК–4(1).** Способен свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области построения интеллектуальных систем на английском языке.

**СПК–5(1).** Способен получать собственные аналитические результаты в области построения интеллектуальных систем и представлять их в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

**Направленность (профиль) программы магистратуры «Интеллектуальный анализ больших данных»:**

**СПК–1(2).** Способен применять современные математические методы и технологии для анализа, обработки и интерпретации данных.

**СПК–2(2).** Способен использовать методы вероятностного и статистического анализа данных для решения задач профессиональной деятельности.

**СПК–3(2).** Способен применять современные математические методы обработки и анализа сигналов и изображений.

**СПК–4(2).** Способен применять современные вычислительные технологии и программное обеспечение для решения прикладных задач анализа и обработки данных.

**СПК–5(2).** Способен свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области анализа больших данных на английском языке.

**СПК–6(2).** Способен получать собственные аналитические результаты в области анализа больших данных и представлять их в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

**Направленность (профиль) программы магистратуры «Компиляторные технологии»:**

**СПК–1(3).** Способен разрабатывать и реализовывать компиляторные технологии, обеспечивающие оптимизацию компилируемых программ с учетом особенностей современных параллельных архитектур целевых вычислительных систем, а также использовать особенности современных платформ для разработки высокопроизводительных приложений.

**СПК–2(3).** Способен 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.

**СПК–3(3).** Способен проводить анализ программ и их устройства при помощи методов дедуктивной верификации и объектно-ориентированных методов, а также разрабатывать и реализовывать соответствующие программные инструменты.

**СПК–4(3).** Способен свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области компиляторных технологий на английском языке.

**СПК–5(3).** Способен получать собственные аналитические результаты в области компиляторных технологий и представлять их в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

**Направленность (профиль) программы магистратуры «Технологии программирования»:**

**СПК–1(4).** Способен составлять аналитические и проектные модели программного обеспечения, используя унифицированный язык моделирования и объектный язык ограничений, применять различные методы верификации и поиска ошибок в исходном коде.

**СПК–2(4).** Способен применять методы и современные инструменты разработки, анализа и верификации моделей распределенных программ для вычислительных и телекоммуникационных систем.

**СПК–3(4).** Способен разрабатывать, анализировать, оптимизировать и отлаживать программное обеспечение для современных параллельных архитектур вычислительных систем.

**СПК–4(4).** Способен свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области компиляторных технологий на английском языке.

**СПК–5(4).** Способен получать собственные аналитические результаты в области компиляторных технологий и представлять их в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

**Направленность (профиль) программы магистратуры «Суперкомпьютерные системы и приложения»:**

**СПК–1(5).** Способен применять методы интеллектуального анализа данных для обработки данных большого объема на суперкомпьютерах, составлять аналитические и проектные модели программного обеспечения, применять методы обработки больших сеточных данных, моделировать распределенные системы, разрабатывать распределенные алгоритмы и оценивать их эффективность.

**СПК–2(5).** Способен проводить анализ эффективности параллельных алгоритмов и конкретных параллельных приложений, применять высокоуровневые параллельные математические библиотеки, разрабатывать и реализовывать масштабируемые параллельные алгоритмы с учетом особенностей архитектур суперкомпьютерных вычислительных систем.

**СПК–3(5).** Способен управлять программным обеспечением суперкомпьютеров, обеспечивать безопасный доступ и распределять ресурсы системы между пользователями, отслеживать состояние суперкомпьютерного вычислительного комплекса.

**СПК–4(5).** Способен свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области суперкомпьютерных систем на английском языке.

**СПК–5(5).** Способен получать собственные аналитические результаты в области суперкомпьютерных систем и представлять их в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

**Направленность (профиль) программы магистратуры «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»:**

**СПК-1** способен проводить исследования современных технологий, используемых в распределенных системах и компьютерных сетях, применять современные методы и

технологии при проектировании компьютерных сетей, разрабатывать защищенное программное обеспечение;

**СПК-2** способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования;

**СПК-3** способен применять современные методы и технологии искусственного интеллекта при проектировании и разработке программного обеспечения сетей передачи и обработки данных;

**СПК-4** способен свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области сетей передачи и обработки данных на английском языке;

**СПК-5** способен адаптировать и применять на практике классические и новые научные принципы и методы исследований для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта и методы исследований.

#### **Направленность (профиль) программы магистратуры «Квантовая информатика»:**

**СПК-1(7).** Способен создавать и анализировать математические модели эволюции квантовых систем, в том числе ориентируясь на применение суперкомпьютеров.

**СПК-2(7).** Способен рассчитывать основные характеристики квантовых систем с применением суперкомпьютеров, оценивать степень сложности динамического сценария системы атомов и молекул с учетом взаимодействия с электромагнитным полем.

**СПК-3(7).** Способен 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.

**СПК-4(7).** Способен свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области квантовой информатики на английском языке.

**СПК-5(7).** Способен получать собственные аналитические результаты в области квантовой информатики и представлять их в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

#### **Направленность (профиль) программы магистратуры «Компьютерное зрение, графика и обработка изображений»:**

**СПК-1(8).** Способен применять современные методы машинного обучения для решения прикладных задач анализа и обработки данных.

**СПК-2(8).** Способен создавать математические модели и реализовывать программные системы для анализа, обработки и синтеза изображений.

**СПК-3(8).** Способен реализовывать алгоритмы с использованием технологий распределённых вычислений и графических процессоров.

**СПК-4(8).** Способен свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты в области квантовой информатики на английском языке.

**СПК-5(8).** Способен получать собственные аналитические результаты в области квантовой информатики и представлять их в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

#### **4. Характеристика структуры и содержания ОПОП**

Структура программ магистратуры включает обязательную часть (базовую) и вариативную часть.

**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:

подготовка к сдаче и сдача 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, формируемых элементом ОПОП ВО
<b>БЛОК 1 Дисциплины (модули)</b>	<b>216</b>	
<b>Базовая часть</b>	<b>15</b>	
Иностранный язык	8,00	УК-8
Модуль "Правоведение"		
Правоведение	2,00	УК-10, УК-11, УК-12
Модуль "Философия"		
Современная философия и методология науки	2,00	УК-1, УК-3
Модуль "Обработка данных"		
Суперкомпьютерное моделирование и технологии	3,00	ОПК-5
<b>Вариативная часть</b>	<b>66</b>	
Межфакультетские курсы по выбору студента	2,00	УК-4
История и методология прикладной математики и информатики	3,00	УК-9
Дисциплина по выбору студента	9,00	СПК-1, СПК-2, СПК-3
<b>ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ</b>	<b>52</b>	
Модуль "Программное обеспечение интеллектуальных систем"		

Парадигмы программирования	3,00	СПК-2
Программные системы управления проектами	3,00	СПК-3
Ресурсно-эффективные алгоритмы	3,00	СПК-5
Модуль "Математические методы в задачах искусственного интеллекта"		
Прикладной многомерный статистический анализ	3,00	СПК-4
Теория игр и исследование операций	3,00	СПК-1
Модуль "Модели и методы искусственного интеллекта"		
Методы интеллектуального анализа данных	3,00	СПК-5
Методы искусственного интеллекта (на английском языке)	4,00	СПК-3
Дисциплина по выбору студента	4,00	СПК-1
Прикладные задачи компьютерной лингвистики	4,00	СПК-3
Интеллектуальные системы	13,00	СПК-5
Дисциплины магистерской программы по выбору студента	9,00	СПК-5
<b>ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ</b>	<b>52</b>	
<b>Модуль "Технологии анализа данных"</b>		
Анализ риска	2,00	СПК-2
Анализ временных рядов	2,00	СПК-3
Интеллектуальный анализ данных	4,00	СПК-4
<b>Модуль "Статистический анализ и прогнозирование"</b>		
Прикладной многомерный статистический анализ	3,00	СПК-5
Прикладные задачи теории случайных процессов	2,00	СПК-1
<b>Модуль "Методы обработки и анализа цифровой информации"</b>		
Современные методы обработки сигналов	2,00	СПК-5
Обработка и распознавание изображений	3,00	СПК-3
<b>Модуль "Компьютерные технологии и программное обеспечение в задачах анализа данных"</b>		
Пакеты прикладных программ для статистической обработки и анализа данных	3,00	СПК-3
Дисциплина по выбору студента	4,00	СПК-5
Современные методы распределенного хранения и обработки данных	4,00	СПК-1

Методы анализа и проектирования программного обеспечения	2,00	СПК-5
Интеллектуальный анализ больших данных	13,00	СПК-3
Дисциплины магистерской программы по выбору студента (в том числе на английском языке)	8,00	СПК-4
<b>КОМПИЛЯТОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>		
<b>Модуль "Компиляторные технологии и архитектура компьютера"</b>		
Параллельные вычисления	4,00	СПК-2
Оптимизация в компиляторах	4,00	СПК-3
Современные архитектуры и компиляторные технологии	3,00	СПК-4
<b>Модуль "Компиляторные технологии и информационная безопасность"</b>		
Информационная безопасность и анализ кода	3,00	СПК-5
Введение в информационную безопасность	2,00	СПК-1
Информационная безопасность и компьютерные сети	4,00	СПК-3
<b>Модуль "Компиляторные технологии и анализ программ"</b>		
Теория игр и исследование операций	3,00	СПК-1
Методы анализа и проектирования программного обеспечения	2,00	СПК-5
Дисциплина по выбору студента	4,00	СПК-3
Анализ программ: понимание и оптимизация (на английском языке)	2,00	СПК-5
Компиляторные технологии	13,00	СПК-1
Дисциплины магистерской программы по выбору студента	8,00	СПК-4
<b>ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ</b>	<b>52</b>	
<b>Модуль "Моделирование и верификация программных систем"</b>		
Объектно-ориентированный анализ и проектирование	3,00	ОПК-4
Формальные методы разработки программ	4,00	СПК-3
Тестирование программного обеспечения	2,00	СПК-2
Анализ кода и надежность программ	3,00	СПК-3
<b>Модуль "Распределенные системы"</b>		
Информационная безопасность и компьютерные сети	4,00	СПК-5

Теория игр и исследование операций	3,00	СПК-3
Верификация моделей программ	3,00	СПК-4
<b>Модуль "Высокопроизводительные системы"</b>		
Дисциплина по выбору студента	4,00	СПК-5
Технологии программирования для параллельных архитектур	3,00	СПК-1
Производительность программных систем (на английском языке)	2,00	СПК-1
Технологии программирования	13,00	СПК-3
Дисциплины магистерской программы по выбору студента	8,00	СПК-5
<b>СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ</b>		
<b>Модуль "Дополнительные главы высокопроизводительных вычислений"</b>		
Прикладное машинное обучение	3,00	ОПК-4
Теория игр и исследование операций	3,00	СПК-3
Методы анализа и проектирования программного обеспечения	2,00	СПК-3
Технологии распределенного хранения и обработки данных	4,00	СПК-2
Введение в информационную безопасность	2,00	СПК-4
<b>Модуль "Модели и методы параллельных вычислений"</b>		
Параллельные высокопроизводительные вычисления	4,00	СПК-3
Естественные модели параллельных вычислений	4,00	СПК-1
Дисциплина по выбору студента	4,00	СПК-5
<b>Модуль "Суперкомпьютерные системы и приложения"</b>		
Администрирование суперкомпьютерных систем	3,00	СПК-5
Суперкомпьютерные системы и приложения (на английском языке)	2,00	СПК-1
Суперкомпьютерная обработка данных	13,00	СПК-3
Дисциплины магистерской программы по выбору студента	8,00	СПК-5
<b>ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ</b>	52	
<b>Модуль "Машинное обучение"</b>		

Машинное обучение	3,00	СПК-4
Глубинное обучение (на английском языке)	2,00	СПК-3
<b>Модуль "Распознавание изображений и компьютерная графика"</b>	2,00	СПК-2
Компьютерное зрение	3,00	СПК-5
Современные методы компьютерной графики	2,00	СПК-4
Современные методы обработки изображений		
Прикладные задачи компьютерного зрения, графики и обработки изображений (на английском языке)	3,00	СПК-1
<b>Модуль "Высокопроизводительные вычисления"</b>	2,00	СПК-1
Дисциплина по выбору студента	2,00	СПК-3
Программирование на графических процессорах	3,00	СПК-5
Компьютерное зрение, графика и обработка изображений		СПК-5
Дисциплины магистерской программы по выбору студента	3,00	СПК-1
<b>Модуль "Машинное обучение"</b>	2,00	СПК-1
Машинное обучение	13,00	СПК-3
Глубинное обучение (на английском языке)	12,00	СПК-5
<b>КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ, ГРАФИКА И ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ</b>	52	
<b>Модуль "Игровые задачи управления"</b>		
Линейно-квадратичные дифференциальные игры	2,00	ОПК-4
Неопределенность и риск в многошаговых задачах	2,00	СПК-3
Неантагонистические дифференциальные игры	3,00	СПК-2
<b>Модуль "Прикладные задачи оптимального управления"</b>		
Методы теории оптимального управления в экономике	3,00	СПК-4
Дисциплина по выбору студента	4,00	СПК-5
Нелинейные управляемые процессы	4,00	СПК-2
Дополнительные главы теории оптимального управления	2,00	СПК-1
<b>Модуль "Задачи оптимального управления для уравнений с частными производными"</b>		
Двойственные задачи управления и наблюдения для волнового уравнения	4,00	СПК-5
Задачи оптимального управления для параболических	3,00	СПК-5



уравнений		
Метод динамической регуляризации	4,00	СПК-1
Математические методы моделирования и методы оптимизации управляемых процессов	13,00	СПК-3
Дисциплины магистерской программы по выбору студента (в том числе на английском языке)	8,00	СПК-3
<b>КВАНТОВАЯ ИНФОРМАТИКА</b>	<b>52</b>	
<b>Модуль "Компьютерные модели сложных систем"</b>		
Моделирование квантовых систем	4,00	ОПК-4
Теория разностных схем	3,00	СПК-3
Параллельные методы решения задач	4,00	СПК-2
<b>Модуль "Физические основы теории сложных систем"</b>		
Квантовая механика и квантовые вычисления	4,00	СПК-4
Физика волновых процессов	3,00	СПК-5
Параллельное программирование для высокопроизводительных вычислительных систем	3,00	СПК-2
<b>Модуль "Безопасность квантовых информационных каналов"</b>		
Дисциплина по выбору студента	4,00	СПК-1
Введение в информационную безопасность	2,00	СПК-5
Квантовая теория информации	2,00	СПК-5
Дисциплина магистерской программы (на английском языке)	2,00	СПК-1
Квантовая информатика	13,00	СПК-3
Дисциплины магистерской программы по выбору студента	8,00	СПК-3
<b>БЛОК 2 "Практика"</b>	<b>30</b>	
Технологическая практика	2	ОПК-4
Преддипломная практика	4	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Научно-исследовательская работа	24	ПК-1, ПК-2, ПК-3
<b>БЛОК 3 "Государственная итоговая аттестация"</b>	<b>9</b>	<i>Во время ГИА оценивается выполнение итоговых индикаторов (показателей) достижения всех требуемых</i>

		компетенций
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	3	
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	6	
<b>Объем программы магистратуры</b>	<b>120</b>	

**Примерный перечень дисциплин по выбору студента направленности (профиля)  
«СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»**

Примерный перечень дисциплин (модулей) профиля «Системное программирование и компьютерные науки» по выбору обучающегося <sup>1</sup>

Наименование дисциплины	Объем (з.е.)
<b>Программа «Интеллектуальные системы»</b>	
<i>Дисциплины профиля по выбору</i>	
Модели и методы управления банковскими рисками	2
Производные финансовые инструменты и их влияние на банковские риски	2
Приложения эконометрики	2
Архитектура и программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем	2
Вариационные методы в вычислительной физике	2
Методы решения неустойчивых задач оптимизации	2
Анализ информационных технологий	2
Финансовый риск-менеджмент	2
Математические модели в теории экономического роста	2
<b>Программа «Интеллектуальный анализ больших данных»</b>	
<i>Дисциплины профиля по выбору</i>	
Аналитическое программное обеспечение SAS	2
Байесовские методы	2
Введение в математический анализ финансовых инструментов	2
Визуальные нотации программной инженерии	2
Корпоративная версия языка Java	2
Линейные и нелинейные модели	2
Математические модели в инвестиционных банках	2
Математические модели финансовых инструментов	2
Методы и технологии машинного обучения	2
Модель данных SQL	2
Параллельное программирование графических процессоров	2
Прикладные задачи анализа данных	2
Распределенные алгоритмы и системы	2
Тестирование программного обеспечения	2
Трейдинг на Финансовых Рынках	2
Финансовый риск-менеджмент	2
<b>Программа «Компиляторные технологии»</b>	
<i>Дисциплины профиля по выбору</i>	
Надоор: Методы обработки больших данных	2
Scala-лазание. Архитектура распределенной системы	2
Введение в компьютерное зрение и глубинное обучение	2
Глубинное обучение	2
Машинное обучение в автоматической обработке текстов	2
Модель данных SQL	2
Построение и анализ алгоритмов	2
Разработка безопасного программного обеспечения	2

<sup>1</sup> Перечень дисциплин по выбору студента утверждается на Ученом совете факультета перед началом учебного года.

Управление сетевыми ресурсами и качеством сервиса	2
Ускорение вычислений по стандарту OpenCL на программируемых логических интегральных схемах	2
<b>Программа «Технологии программирования»</b>	
<i>Дисциплины профиля по выбору</i>	
Вероятностное тематическое моделирование	2
Глубинное обучение	2
Машинное обучение в автоматической обработке текстов	2
Разработка безопасного программного обеспечения	2
Модель данных SQL	2
Построение и анализ алгоритмов	2
Надоор: Методы обработки больших данных	2
Управление сетевыми ресурсами и качеством сервиса	2
Ускорение вычислений по стандарту OpenCL на программируемых логических интегральных схемах	2
Scala-лазание. Архитектура распределенной системы	2
<b>Программа «Суперкомпьютерные системы и приложения»</b>	
<i>Дисциплины профиля по выбору</i>	
Параллельная обработка больших графов	2
Ускорение вычислений по стандарту OpenCL на программируемых логических интегральных схемах	2
Параллельное программирование графических процессоров	2
Методы и технологии машинного обучения	2
Основы искусственных нейронных сетей	2
Моделирование квантовых систем	2
Введение в квантовую теорию	2
Параллельное программирование графических процессоров	2
Параллельное программирование для высокопроизводительных вычислительных систем	2
<b>Программа «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»</b>	
<i>Дисциплины профиля по выбору</i>	
Основы современных сетей связи	2
Моделирование современных сетей связи	2
Имитационное моделирование систем связи	2
Программно-конфигурируемые сети (на английском языке)	2
Теория игр и исследование операций	
Глубинное обучение	
Архитектура сетевых устройств	
Управление сетевыми ресурсами и качеством сервиса (на английском языке)	
Основы технологии Wi-Fi	2
Современные сети Wi-Fi	2
<b>Программа «Квантовая информатика»</b>	
<i>Дисциплины профиля по выбору</i>	
Моделирование квантовых систем	2
Введение в квантовую теорию	2
Параллельное программирование графических процессоров	2
Параллельное программирование для высокопроизводительных вычислительных систем	2
Нейронные сети и их практическое применение	2
Ускорение вычислений по стандарту OpenCL на программируемых логических интегральных схемах	2
Управление сетевыми ресурсами и качеством сервиса	2
<b>Программа «Компьютерное зрение, графика и обработка изображений»</b>	
<i>Дисциплины профиля по выбору</i>	
Дополнительные главы компьютерного зрения	2
Методы сжатия и обработки видеоданных	2
Обработка медицинских изображений	2
Методы обработки биометрической информации	2
Цифровая фотография	2
Извлечение информации из изображений	2

## **5. Сведения об условиях реализации ОПОП**

ВМК МГУ располагает материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы магистратуры по Блоку 1 «Дисциплины (модули)», Блоку 2 «Практики» и Блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» в соответствии с учебным планом.

При реализации ОПОП по указанному направлению ВМК МГУ обеспечивает:

- сбор и анализ образовательной траектории, скорости и глубины освоения материала, профессиональных и общественных интересов студентов;
- развитие творческого потенциала студентов через организацию площадок для коллективной работы студентов в формате дискуссий, открытых лекций, мастер-классов;
- сервис конструирования индивидуальной траектории для каждого студента, с учетом его цифрового следа, мнения преподавателей и администрации
- интерактивность занятий с учетом современных цифровых технологий,
- управление учебным процессом посредством сбора данных обратной связи, базирующихся на основе цифровых технологий.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде ВМК МГУа из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории ВМК МГУ, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда ВМК МГУ обеспечивает: доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик; формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

### **5.1. Материально-технические условия реализации ООП**

Для реализации ОП используются помещения, представляющие собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВМК МГУ.

Реализация программы магистратуры обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости).

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости.

При наличии обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными или электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### **5.2. Учебно-методическое обеспечение реализации ООП**

Программа магистратуры обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным дисциплинам, практикам и ГИА.

В случае использования в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

### **5.3. Кадровые условия реализации ООП**

Реализация программы магистратуры обеспечивается педагогическими работниками ВМК МГУ, а также лицами, привлекаемыми ВМК МГУ к реализации программы магистратуры на иных условиях.

Квалификация педагогических работников ВМК МГУ отвечает квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках или профессиональных стандартах.

Более 70 процентов численности педагогических работников ВМК МГУ, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых ВМК МГУ к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую или практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

Более 5 процентов численности педагогических работников ВМК МГУ, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых ВМК МГУ к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями или работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

Более 60 процентов численности педагогических работников ВМК МГУ и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности ВМК МГУ на иных условиях (исходя из

количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) или ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

#### **5.4. Механизмы оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП**

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе магистратуры определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой ВМК МГУ принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования программы магистратуры ВМК МГУ при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе магистратуры привлекает работодателей или их объединения, иных юридических или физических лиц, включая педагогических работников ВМК МГУ.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по программе магистратуры обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе магистратуры в рамках процедуры государственной аккредитации осуществляется с целью подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе магистратуры требованиям ФГОС ВО с учетом соответствующей ПООП.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе магистратуры может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников, отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии), требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.