



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. Ректора

МГУ имени М.В.Ломоносова



М.П.

С.Ю. Егоров

«09» июля 2021 г.

**Программа развития
«Образовательного комплекса по
Искусственному Интеллекту»
МГУ имени М.В.Ломоносова
на период 2021 – 2024 гг.**

Москва 2021

ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ
«Образовательного комплекса по Искусственному Интеллекту»
МГУ имени М.В.Ломоносова
на период 2021 – 2024 гг.
по направлению разработки программ бакалавриата и программ
магистратуры по искусственному интеллекту, а также повышения
квалификации педагогических работников образовательных
организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта

Цель Программы развития	Разработка и внедрение комплексной системы подготовки высококлассных специалистов в сфере искусственного интеллекта.
Задачи Программы развития	1. Формирование гибкой и эффективной структуры взаимодействия различных подразделений Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (далее – МГУ имени М.В.Ломоносова, МГУ, Университет) и партнерских организаций и предприятий, направленной на снятие административных барьеров при решении текущих и стратегических задач. 2. Разработка новых и переработка существующих образовательных программ бакалавриата и магистратуры, отвечающих самым современным представлениям об искусственном интеллекте и современным подходам к эффективной организации учебного процесса. 3. Формирование постоянно действующей эффективной системы повышения квалификации штатных преподавателей и специалистов партнерских организаций, привлекаемых в качестве преподавателей и руководителей практики. 4. Формирование пула партнерских организаций, привлекаемых в качестве базы для подготовки студентов с учетом наиболее актуальной специфики отрасли. 5. Формирование сети партнерских вузов в регионах Российской Федерации, готовых реализовывать разработанные программы на уровне, удовлетворяющем высоким стандартам качества МГУ имени М.В.Ломоносова.
Сроки и этапы реализации Программы развития	1 этап – с даты заключения Соглашения о предоставлении гранта (далее – Соглашение) по

	31.12.2021 г.; 2 этап – с 01.01.2022 по 31.12.2022 г.; 3 этап – с 01.01.2023 по 31.12.2023 г.; 4 этап – с 01.01.2024 по 31.12.2024 г.
Ключевые мероприятия Программы развития	1. Разработка и реализация программ магистратуры по искусственному интеллекту: 1.1. Разработка и реализация программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»; 1.2. Разработка и реализация программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»; 1.3. Разработка и реализация программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»; 1.4. Разработка и реализация программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект». 2. Разработка и реализация программ бакалавриата по искусственному интеллекту: 2.1. Разработка и реализация программы бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»; 2.2. Разработка и реализация программы бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии». 3. Повышение квалификации не менее 336 педагогических работников образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования по искусственному интеллекту.
Объем и источники финансирования реализации Программы развития	На 1 этапе – 22 100 000 (Двадцать два миллиона сто тысяч) рублей, из которых: 22 100 000 (Двадцать два миллиона сто тысяч) рублей – средства гранта. На 2 этапе – 6 500 000 (Шесть миллионов пятьсот тысяч) рублей, из которых: 6 500 000 (Шесть миллионов пятьсот тысяч) рублей – средства гранта.

	На 3 этапе – 6 100 000 (Шесть миллионов сто тысяч) рублей, из которых: 6 100 000 (Шесть миллионов сто тысяч) рублей – средства гранта. На 4 этапе – 3 300 000 (Три миллиона триста тысяч) рублей, из которых: 3 300 000 (Три миллиона триста тысяч) рублей – средства гранта.
Результат реализации Программы развития	Разработаны и утверждены не менее 4 программ магистратуры по искусственному интеллекту (далее – ИИ): 1. «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»; 2. «Искусственный интеллект в кибербезопасности»; 3. «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»; 4. «Цифровые технологии и искусственный интеллект». Разработаны и утверждены не менее 2 программ бакалавриата по ИИ: 1. «Прикладная математика и информатика»; 2. «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Разработанные программы бакалавриата по ИИ и их отдельные модули реализованы не менее чем 1 образовательной организацией высшего образования. Разработанные программы магистратуры по ИИ и их отдельные модули реализованы не менее чем 4 образовательными организациями высшего образования. Не менее 600 лиц поступили и осуществили обучение по программам магистратуры по ИИ. Не менее 300 лиц поступили и осуществили обучение по программам бакалавриата по ИИ. Разработанные образовательные программы по ИИ и их отдельные модули реализованы не менее чем 5 региональными партнерами образовательными организациями высшего образования в субъекте Российской Федерации, за исключением гг. Москвы и Санкт-Петербурга.

	Не менее чем 336 педагогических работников образовательных организаций высшего образования осуществили повышение квалификации в сфере ИИ в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования в области ИИ.
--	---

Оглавление

1. Цели и задачи Программы.....	7
2. Научный и образовательный потенциал реализации Программы	9
3. Образовательная деятельность в сфере искусственного интеллекта ...	21
3.1. Программы магистратуры по искусственному интеллекту.....	21
3.2. Программы бакалавриата по искусственному интеллекту.....	30
3.3. Программы повышения квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта	36
3.4. Реализация образовательных программ	52
4. Направления расходования средств в рамках реализации Программы	55
5. Ожидаемые результаты реализации Программы в рамках предоставленного гранта	60
6. План-график реализации Программы.....	64

1. Цели и задачи Программы

Современные научные достижения и исследования в области искусственного интеллекта и цифровых технологий базируются на математическом фундаменте, заложенном более 100 лет назад. В середине XX в. они получили мощный импульс благодаря достижениям электроники и сегодня являются основным фактором технологического и экономического развития страны.

Разработки в сфере искусственного интеллекта относятся к числу междисциплинарных. В научных прикладных исследованиях участвуют специалисты из области математики, механики, биологии, философии, психологии. Учитывая фундаментальную факультетскую структуру, для МГУ имени М.В.Ломоносова подобные междисциплинарные исследования являются традиционными. Однако, эффективное взаимодействие представителей различных факультетов и исследовательских структур является определенным вызовом для Университета. В связи с этим, была разработана Программа развития «Образовательного комплекса по Искусственному Интеллекту» МГУ имени М.В.Ломоносова на период 2021 – 2024 гг. (далее – Программа развития).

Программа развития направлена на создание условий для реализации в Университете межфакультетских междисциплинарных образовательных программ бакалавриата и магистратуры для будущих специалистов в сфере искусственного интеллекта, а также программ повышения квалификации для специалистов, привлекаемых к работе в этих программах в качестве преподавателей, в том числе штатных преподавателей вузов, а также сотрудников партнерских предприятий.

Основной целью Программы развития является разработка и внедрение комплексной системы подготовки высококлассных специалистов в сфере искусственного интеллекта.

Достижение поставленной цели обусловлено решением следующих задач.

1. Формирование гибкой и эффективной структуры взаимодействия различных подразделений Университета и партнерских организаций и предприятий, направленной на снятие административных барьеров при решении текущих и стратегических задач.

2. Разработка новых и переработка существующих образовательных программ бакалавриата и магистратуры, отвечающих самым современным представлениям об искусственном интеллекте и современным подходам к эффективной организации учебного процесса.
3. Формирование постояннодействующей эффективной системы повышения квалификации штатных преподавателей и специалистов партнерских организаций, привлекаемых в качестве преподавателей и руководителей практики
4. Формирование пула партнерских организаций, привлекаемых в качестве баз практики для подготовки студентов с учетом наиболее актуальной специфики отрасли.
5. Формирование сети партнерских вузов в регионах Российской Федерации, готовых реализовывать разработанные программы на уровне, удовлетворяющем высоким стандартам качества МГУ имени М.В.Ломоносова.

2. Научный и образовательный потенциал реализации Программы

В МГУ имени М.В.Ломоносова создана и успешно функционирует межфакультетская научная школа «Мозг, когнитивные системы и искусственный интеллект». В Школе реализуется широкий спектр фундаментальных исследований, прикладных работ и образовательных программ.

Приоритетное направление школы: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Миссия школы — обеспечение прогресса в решении фундаментальных задач, связанных с раскрытием природы когнитивных систем, пониманием принципов работы мозга и созданием систем искусственного интеллекта, позволяющих существенно ускорить научно-технический прогресс, улучшить когнитивные возможности и здоровье человека.

Стратегическая цель — проведение в Университете междисциплинарных исследований в области наук о мозге, когнитивных наук и искусственного интеллекта, сохранение и развитие научных школ МГУ имени М.В.Ломоносова в этих областях, привлечение в них талантливой молодежи и подготовка высококвалифицированных кадров в этих взаимосвязанных дисциплинах.

Научное руководство школой осуществляется совместно академиком РАН И.А. Соколовым, деканом факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В.Ломоносова, и академиком РАН К.В. Анохиным, директором Института перспективных исследований мозга.

В Программе развития МГУ имени М.В.Ломоносова по подготовке специалистов высшей квалификации в сфере искусственного интеллекта задействованы механико-математический факультет и факультет вычислительной математики и кибернетики.

Кафедра математической логики и теории алгоритмов механико-математического факультета осуществляет исследования в области математического моделирования интеллектуальной деятельности, коммуникации, поведения человека, принятия решений.

При таком моделировании существенную роль играют неклассические логики, в том числе - логики знания, логики свидетельств, логики

доказуемости, рефлексивные логики, различные виды модальных (в том числе - полимодальных) и суперинтуиционистских логик. Дескрипционные логики используются для представления знаний в языке сетевых онтологий OWL (Web Ontology Language).

Также ведутся исследования в области логики задач, развивающие исходный подход А.Н. Колмогорова, строятся варианты конструктивной семантики. Ведутся работы по теории доказательств и теории определимости.

Широкий спектр исследований идет в области колмогоровской теории сложности (сложности описания) и ее приложений в теории информации, в частности, в области коммуникационной сложности.

Формализмы, разработанные для описания естественных языков, изучаются в теории формальных грамматик, в том числе - гиперграфовых. Разрабатываются методы обработки больших языковых данных, используемые, в том числе, в корпусной лингвистике. К лингвистической проблематике относятся также результаты по применению нейронных сетей к морфологическому анализу, автоматической коррекции текстов, снятию морфологической неоднозначности.

К проблематике исследований относится также теория автоматов, в том числе - клеточных, построение эффективных алгоритмов в биоинформатике.

Важную роль для задач искусственного интеллекта играют также работы по построению алгоритмов эффективного (в том числе - интерактивного) анализа растровых изображений, распознавания образов.

По данной проблематике за последние 5 лет опубликовано более 30 монографий и учебников, более 400 статей в рецензируемых журналах.

Кафедрой математической теории интеллектуальных систем опубликовано более 50 монографий и учебников в следующих областях теории интеллектуальных систем: теория автоматов, машинное обучение и распознавание образов, теория баз данных, компьютерные решатели задач, нейронные сети. Опубликовано более 1000 статей в этих областях. Защищено 29 докторских и 97 кандидатских диссертаций в области теории интеллектуальных систем.

Круг исследований, ведущихся на кафедре, охватывает основные направления теории интеллектуальных систем. К их числу относятся:

- фундаментальные исследования по теории автоматов;
- разработка методов распознавания образов, возникающих при слуховых, визуальных и иных формах восприятия;

- разработка компьютерных решателей задач;
- создание оптимальных баз данных и знаний и исследование сложности поиска и хранения информации;
- разработка теории и методов анализа и синтеза эффективных алгоритмов и интегральных схем;
- создание компьютерных систем обучения в хорошо- и слабо-формализованных областях знаний;
- исследование свойств дискретных структур, алгоритмов, функций и функциональных систем;
- изучение вопросов теории кодирования и защиты информации;
- разработка общих приемов и методов конструирования иерархических экспертных систем;
- нахождение общих принципов принятия решений, включая логические, стохастические, комбинаторные, нечеткие и другие подходы;
- разработка языков высокого уровня, как для описания ситуаций, так и для использования математических средств при решении задач распознавания и принятия решений;
- исследование возможностей автоматов и роботов с элементами искусственного интеллекта ограниченного ресурса при решении интеллектуальных задач;
- разработка методов компьютерного моделирования в естествознании, гуманитарной и технической областях: математика, механика, физика, химия, биология, экономика, политические и общественные науки;
- разработка проблематики нечеткой математики;
- исследование математических проблем телекоммуникаций и др.
- получен ряд фундаментальных результатов в этих направлениях:
- разработан новый комбинаторно-логический метод распознавания образов, исследованы его метрические свойства и эффективность; с его помощью решены задачи поиска нефти, олова и др. полезных ископаемых;
- развита теория поведения автоматов и роботов в абстрактных и реальных средах;

- разработан подход к распознаванию визуальных образов, основанный на моделировании зрительного восприятия;
- для широких классов дискретных функций получены методы синтеза оптимальных по сложности схем вычислений, корректирующих большое число ошибок, построены примеры дискретных функций почти экспоненциальной сложности;
- создан компьютерный решатель математических задач, аналога которого в мире нет;
- разработан программный комплекс оптимизации синтеза чипов, внедренный в производство и защищенный более чем 250 патентами США;
- разработана информационно-графовая модель данных, обобщающая известные модели, для нее получены оптимальные решения базовых задач хранения и поиска информации;
- созданы действующие компьютерные обучающие системы, в частности, обучения иностранным языкам;
- для помехоустойчивых кодов БЧХ и LDPC разработаны архитектуры высокоэффективных интегральных схем, защищенные патентами;
- проведено исследование проблемы выразимости и полноты для дискретных функций и автоматов;
- изучены возможности клеточных автоматов как моделей схем параллельных вычислений и нейронных сетей с самообучением;
- разработаны экспертные системы для медицины и системы информационного мониторинга;
- найдена граница, отделяющая случаи положительного и отрицательного решения проблемы алгоритмической разрешимости полноты для автоматов и др.

На факультете вычислительной математики и кибернетики кафедра Автоматизации систем вычислительных комплексов ведёт исследования в области распределённых систем: компьютерных сетей, виртуальных вычислительных инфраструктур, управляющих систем реального времени. В частности, проводятся исследования по применению методов из сферы «искусственный интеллект» для анализа функционирования распределённых систем, синтеза конфигурации таких систем, для управления системой в

целях соблюдения требований к качеству сервиса при меняющейся рабочей нагрузке. Основные применяемые методы: эвристические и эволюционные алгоритмы дискретной оптимизации, нейросети и машинное обучение, логический вывод, анализ временных рядов.

Получены следующие основные результаты:

- разработан и реализован алгоритм отображения топологий виртуальной инфраструктуры (сети виртуальных машин) на ресурсы центра обработки данных, который учитывает политики размещения виртуальных машин, учитывает NUMA архитектуру физических серверов, а также строит план миграции уже размещенных в центре обработки данных виртуальных элементов, который удовлетворяет заданным порогам по использованию временных, вычислительных и сетевых ресурсов. Алгоритм основан на использовании жадных эвристик совместно с методом ограниченного перебора;
- разработана архитектура и выполнена экспериментальная реализация метаоблачной вычислительной среды, обеспечивающей управление виртуальными вычислительными ресурсами как в рамках одного ЦОД, так и в федерации вычислительных установок. Эта среда может быть использована для задач хранения и обработки Больших данных;
- построена формальная модель сети из дистанционно управляемых коммутаторов, применимая для верификации политик коммутации пакетов. Сформулирована и решена задача верификации указанных политик;
- разработаны методы настройки многопоточной маршрутизации для сетей доставки контента, способные повысить качество соединений по сравнению с традиционной передачей данных, использующей единственный поток;
- сформулирована постановка задачи конфигурирования сетей передачи данных (СПД) в информационно-управляющих системах реального времени (ИУС РВ). Разработаны алгоритм и инструментальные средства конфигурирования СПД ИУС РВ;
- предложены подходы к корректировке распределения вычислительной нагрузки при невозможности построения корректного расписания вычислений в ИУС РВ. Предложены подходы к инкрементному расширению распределения вычислительной нагрузки при модернизации ИУС РВ;

- разработан алгоритм оптимизации распределения методов обеспечения отказоустойчивости (МОО) по узлам вычислительной системы реального времени, для максимизации надёжности ВС при ограничениях на стоимость МОО;
- проведены исследование и разработка средств автоматической генерации правил для коммутатора программно-конфигурируемой сети на основе высокоуровневого описания политики коммутации Maple и Freenetic;
- разработаны алгоритмы решения задач, необходимых для распределения вычислительной нагрузки по модулям и планирования передачи данных для систем реального времени на основе сетей передачи данных с централизованным управлением. Проведено экспериментальное исследование построенных алгоритмов;
- разработана и прототипирована методика прогнозирования времени выполнения MPI задач на вычислительном кластере и на нескольких типах вычислителей, на основании замеров времени для предыдущих запусков.

На кафедре информационной безопасности Факультета вычислительной математики выполняются исследования, связанные с робастностью алгоритмов машинного обучения совместно с государственными заказчиками.

Основные достигнутые результаты:

- предложен и апробирован алгоритм прогнозирования пирамидного дефицита в послеоперационном периоде у пациентов с супратенториальными глиальными опухолями головного мозга, расположенными вблизи двигательных зон коры и пирамидного тракта. Апробация проходила на базе ИИ ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко». Результаты представлены на Европейском и Всероссийском конгрессах нейрохирургов, а также в нескольких публикациях;
- разработан алгоритм классификации фонем по данным электроэнцефалограммы головного мозга. Результаты представлены на международных конференциях, а сами результаты опубликованы в журнале Q2;

- разработан прототип инструмента, позволяющего в автоматическом режиме повышать робастность моделей биометрической идентификации дикторов по голосу. Результаты опубликованы в научном журнале;
- разработана система персональных рекомендаций для научной литературы, которая нашла свое применение в коммерческом продукте. Ежемесячно данной системой пользуются порядка 150 миллионов ученых, докторов и специалистов из области медицины и фармакологии по всему миру;
- исследованы ИНС третьего поколения, результаты опубликованы в научном журнале.

В 2020 году, в рамках и реализации образовательных программ бакалавриата преподавателями и сотрудниками факультета вычислительной математики и кибернетики осуществлена следующая научно-исследовательская деятельность в области цифровых технологий и искусственного интеллекта.

Опубликованы монографии:

1. Сухомлин В.А., Зубарева Елена Васильевна, Намиот Д.Е. и др. Система развития цифровых навыков ВМК МГУ имени М.В.Ломоносова & Базальт СПО. Методика классификации и описания требований к сотрудникам и содержанию образовательных программ в сфере информационных технологий. М.: Базальт СПО; МАКС Пресс, 2020.;
2. Fujikoshi Y., Ulyanov V.V. Non-Asymptotic Analysis of Approximations for Multivariate Statistics. Singapore: Springer, 2020.;
3. Petrova L.I. Skew-symmetric differential forms. Conservation laws. The foundation of equations of mathematical physics and field theory. Moscow: KRASAND URSS, 2020.;
4. Ожигов Ю.И. Квантовый компьютер. М.: МАКС Пресс, 2020. и др.

Опубликованы главы в монографиях:

1. Grusho A., Grusho N., Timonina E. Method of several information spaces for identification of anomalies// Intelligent Distributed Computing XIII. IDC 2019/ Eds. by Kotenko I., Badica C., Desnitsky V., El Baz D., Ivanovic M. Vol. 868. Cham, Switzerland AG: Springer, 2020. P. 515-520.;

2. Namiot D., Sneps-Sneppe M. Internet of things and cyber-physical systems at the university// Tools and Technologies for the Development of Cyber-Physical Systems. Hershey, PA, United States: IGI Global, 2020. P. 285-302.;
3. Smeliansky R.L., Antonenko V.A., Stepanov E.P., Chupakhin A.A., Kolosov A.M. On HPC & cloud environments integration. Chapter 1 // Performance Evaluation Models for Distributed Service Networks. Cham, Switzerland: Springer, 2020.;
4. Morozov V.V. New sufficient conditions for a global equilibrium in pure strategies in final-offer arbitration// Recent Advances in Operations Research Society. Cambridge, England: RSC Publishing, 2020. P. 44-58.;
5. Zyukovskiy Vladislav, Kudryavtsev Konstantin. Pareto optimality and equilibria in noncooperative games. Chapter 1// Multicriteria Optimization. Pareto-Optimality and Threshold-Optimality. London: IntechOpen, 2020. и др.

Опубликованы учебники и учебные пособия:

1. Столяров А.В. Программирование: введение в профессию. IV: Парадигмы. М.: МАКС Пресс, 2020.;
2. Антонов А.А., Барабанов А.В., Данчек Ч.Т., Шуплецов М.В. и др. Цифровой синтез: практический курс. М.: ДМК Пресс, 2020.;
3. Королев В.Ю., Шевцова И.Г. Байесовские методы анализа больших данных. М.: МАКС Пресс, 2020.;
4. Захарова Т.В., Шестаков О.В. Теория вейвлетов и ее применение в обработке сигналов. М.: МастерПринт, 2020. (Гриф УМО/НМС);
5. Ульянов В.В. Неасимптотический анализ больших данных высокой размерности. М.: МАКС Пресс, 2020. (Гриф: По постановлению РИСО).

Выполнены научные исследования по следующим направлениям:

6. Компьютерное моделирование процессов в нанoeлектронике, биомедицине, физике плазмы и смежных дисциплинах на основе высокопроизводительных вычислительных систем (Рук. проф. А.М.Попов);
7. Информационно-когнитивные технологии, сервисы и ресурсы распределенных информационно-вычислительных инфраструктур в науке, образовании, социуме (Рук. проф. В.А. Сухомлин);

8. Математические и вычислительные технологии в задачах прикладной математики (Рук. акад. Е.Е.Тыртышников);
9. Методы анализа и алгоритмы построения обратной связи при управлении динамическими объектами в условиях существенной неопределенности (Рук. проф. В.В.Фомичев);
10. Методы оптимизации в задачах управления для сложных систем в условиях реально доступной информации (Рук. акад. А.Б.Куржанский);
11. Современные методы вероятностно-статистического анализа сложных систем (Рук. проф. В.Ю.Королев);
12. Методы статистического анализа больших информационных систем (Рук. проф. В.Г.Ушаков);
13. Алгебраические, логические и статистические методы машинного обучения и их применение в прикладных задачах анализа данных (Рук. акад. Ю.И. Журавлев);
14. Развитие математических моделей и методов в задачах обеспечения информационной безопасности (Рук. акад. И.А.Соколов);
15. Системы квантовой криптографии и компьютерные модели многокубитных квантовых процессов (Рук. проф. Ю.И.Ожигов);
16. Математическое и программное обеспечение перспективных систем обработки символьной информации (Рук. проф. М.Г.Мальковский);
17. Развитие теории и методов анализа и проектирования программ (Рук. акад. А.И.Аветисян);
18. Управление качеством сервиса в распределенных вычислительных системах и компьютерных сетях с программным управлением (Рук. чл.-корр. Р.Л.Смелянский) и др.

Выполнены исследования в рамках грантов Российского научного фонда:

- 18-11-00163 Разработка иерархии математических моделей нового поколения для решения задач вычислительной океанологии на основе гиперболической декомпозиции и балансно - характеристического подхода (Головизнин В.М.);
- 18-11-00155 Аналитические методы теории риска, основанные на смешанных вероятностных моделях (Королев В.Ю.) и др.

На факультете вычислительной математики и кибернетики также проводится постоянная работа по актуализации структуры и содержания образовательных программ по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры как в области перспективных информационных технологий, вообще так и в области технологий искусственного интеллекта, в частности.

Работа по актуализации структуры и содержания обучения проводится в рамках программы бакалавриата направления подготовки «Прикладная математика и информатика». Студенты, выбирающие профиль подготовки на таких кафедрах как:

1. математической статистики (МС);
2. исследования операций (ИО);
3. математических методов прогнозирования (ММП);
4. математической кибернетики (МК);
5. информационной безопасности (ИБ);
6. нелинейных динамических систем и процессов управления (НДСиПУ);
7. системного программирования (СП);
8. алгоритмических языков (АЯ);
9. автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК);
10. суперкомпьютеров и квантовой информатики (СКИ);
11. интеллектуальных информационных технологий (ИИТ)

получают в ходе обучения глубокую теоретическую и практическую подготовку для проведения теоретических и прикладных исследований как областях непосредственно связанных и технологиями искусственного интеллекта, так и в смежных областях.

Факультетом вычислительной математики и кибернетики разработаны и реализуются следующие программы интегрированной и не интегрированной магистратуры направления подготовки «Прикладная математика и информатика» посвященные теоретическим и прикладным научным исследованиям в области технологий искусственного интеллекта и машинного обучения:

1. статистический анализ и прогнозирование рисков;
2. теория нелинейных динамических систем: анализ, синтез и управление;

3. логические и комбинаторные методы анализа данных;
4. интеллектуальные системы;
5. интеллектуальный анализ больших данных;
6. компиляторные технологии;
7. технологии программирования;
8. суперкомпьютерные системы и приложения;
9. распределенные системы и компьютерные сети;
10. компьютерное зрение, графика и обработка изображений;
11. квантовая информатика;
12. программное обеспечение вычислительных сетей;
13. большие данные: инфраструктуры и методы решения задач;
14. высокопроизводительные вычисления и суперкомпьютерные технологии.

Также на факультете ВМК разработаны и внедрены новые магистерские программы, в которых программа обучения ориентирована на использование технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в научно-исследовательской деятельности и при решении профессиональных задач:

- Перспективные вычислительные технологии и сети (2019 год);
- Многомасштабное моделирование и методы анализа данных в естественнонаучных исследованиях (2020 год).

Преподавателями факультета ВМК разрабатывается и предлагается широкий спектр курсов по выбору студента, содержание которых постоянно актуализируется, например в 2020/2021 учебном году предлагались следующие спецкурсы (всего более 50):

1. Детектирование аномалий в больших данных;
2. Методы поиска достоверных эмпирических закономерностей в многомерных данных;
3. Гипотезы и модели в областях с интенсивным использованием данных;
4. Извлечение информации из изображений;
5. Неклассические математические модели обработки данных;

6. Метрические методы интеллектуального анализа данных;
7. Математические методы обработки данных;
8. Методы машинного обучения и поиск достоверных закономерностей в данных;
9. Восстановление зависимостей в больших массивах данных;
10. Непрерывные морфологические модели и алгоритмы;
11. Методы оптимизации в машинном обучении;
12. Методы распределенной обработки больших объемов данных в Hadoop;
13. Основы искусственных нейронных сетей;
14. Математические методы распознавания образов;
15. Параллельное программирование графических процессоров;
16. Макромодели в экономике;
17. Нестатистические методы анализа данных и классификации;
18. Машинное обучение и др.

При разработке Основных профессиональных образовательных программ высшего образования при формулировке специальных компетенций соответствующих образовательных программ в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова учитываются актуальные тенденции развития технологий, в том числе технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Это дает возможность определять будущих выпускников как востребованных специалистов на рынке труда в том числе потому, что в содержание разрабатываемых бакалаврских и магистерских программ по направлению «Искусственный интеллект» включены компоненты, связанные с использованием технологий искусственного интеллекта в теоретических и прикладных исследованиях и для решения профессиональных задач, проводится их постоянная модернизация и актуализация.

3. Образовательная деятельность в сфере искусственного интеллекта

3.1. Программы магистратуры по искусственному интеллекту

3.1.1. Магистерская программа «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»

3.1.1.1. Общие положения

Цель магистерской программы «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных» - подготовка специалистов, владеющих знаниями и навыками в областях сетей передачи данных, проектирования сложных распределенных систем передачи, обработки и анализа больших массивов данных с применением методов искусственного интеллекта.

Программа предусматривает освоение современных методов организации, мониторинга и диагностирования сетей передачи и обработки данных, изучение методов машинного обучения, распределённых алгоритмов, методов и инструментов логической верификации, методов виртуализации, методов цифровой обработки сигналов и методов искусственного интеллекта. Также программа предусматривает приобретение опыта инновационной деятельности и летнюю стажировку между первым и вторым годом обучением.

Программа разрабатывается в соответствии с образовательным стандартом, самостоятельно устанавливаемым Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров «Прикладная математика и информатика» (01.04.02), профиль «ИИ для сетей передачи и обработки данных».

3.1.1.2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника

Магистерская программа направлена на подготовку специалистов высшей квалификации для научно-исследовательских институтов, специалистов в сфере информационных и коммуникационных технологиях, а также во всех сферах деятельности, связанных с проектированием, созданием и поддержкой информационно-коммуникационных систем, систем автоматизированного управления и анализа данных таких как: телеком-операторы, IT-компании, банки, крупные концерны, государственные корпорации в сфере атомной промышленности, ракетно-космической промышленности, авиастроения – где

требуется разработка и реализация новых математических моделей, алгоритмов с применением методов искусственного интеллекта, создания и поддержки систем автоматического управления и информационно-коммуникационных систем, а также математического моделирования.

3.1.1.3. Компетенции выпускника как совокупный ожидаемый результат образования по завершении программы

Специализированные компетенции магистерской программы:

- способность к выбору модели обеспечения повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (М-СПК-1);
- способность читать, обсуждать и презентовать результаты исследования, актуальные проблемы, потенциал их решений в блокчейн технологиях и приложениях (М-СПК-2);
- способность определять требования к выборке, квантованию и формированию сигнала для данного приложения цифровой обработки сигнала (М-СПК-3);
- способность решать задачи обучения по прецедентам, используя методы машинного обучения (М-СПК-4);
- способность использовать современные параллельные компьютеры, включая компьютеры с общей памятью и распределенной памятью, применять и разрабатывать распределенные алгоритмы в распределенных системах (М-СПК-5);
- способность владеть программными пакетами для глубокого обучения (PyTorch/TensorFlow/ Theano/Lasagne и другие релевантные Python-библиотеки) (М-СПК-6);
- способность применять современные методы и технологии при проектировании компьютерных сетей (М-СПК-7)
- владение теоретическими основами и современными методами машинного обучения (М-ПК-4).
- способность применять полученные знания и навыки для постановки, анализа и решения фундаментальных и прикладных задач в области искусственного интеллекта (М-ПК-7).

3.1.1.4. Ресурсное обеспечение программы

Для реализации данной программы учебное заведение должно располагать соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием, проекторами. Материальная база должна соответствовать действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивать проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся.

Для выполнения практических и самостоятельных заданий необходим доступ к центрам обработки данных с современными средствами организации облачных вычислений.

3.1.1.5. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися

Подготовка и выдача слушателям учебно-методических материалов.

Проведение контрольных работ, зачётов, экзаменов. Использование автоматизированных средств оценки выполнения практических заданий.

Система обеспечения оценки качества освоения обучающимися программы бакалавриата представлена материалами для текущей, промежуточной и итоговой аттестации в совокупности составляющих фонд оценочных средств образовательной программы.

3.1.2 Магистерская программа «Искусственный интеллект в кибербезопасности»

3.1.2.1. Общие положения

Программа разрабатывается согласно образовательному стандарту, самостоятельно устанавливаемому Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» (01.03.02) в рамках направленности (профиля) «Системное программирование и компьютерные науки».

Магистерская программа «Искусственный интеллект в кибербезопасности» направлена на подготовку математиков и программистов для решения задач, связанных с безопасностью, робастностью и надежностью

систем, построенных с использованием методов искусственного интеллекта и машинного обучения.

Программа предусматривает освоение математического аппарата вероятностных и детерминистских методов машинного обучения, принятия решений, с акцентом на методы обеспечения робастности конечных систем на их основе. В результате обучения студенты умеют анализировать и повышать робастность целевых систем, анализировать и находить атаки и отклоняющие примеры для целевых систем, создавать математическое и программное обеспечение для анализа безопасности целевых систем.

3.1.2.2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника

Магистерская программа является уникальной не только в России, но и в мире и направлена на подготовку специалистов высшей квалификации для научно-исследовательских институтов, IT-компаний, банков, высших, средних, средних специальных учебных заведений и государственных структур.

3.1.2.3. Компетенции выпускника как совокупный ожидаемый результат образования по завершении программы

Специализированные компетенции магистерской программы:

- способность формулировать корректные и актуальные математические постановки задач в области безопасности систем искусственного интеллекта, а также применения методов искусственного интеллекта в задачах обеспечения информационной безопасности (МПК-1);
- способность разрабатывать алгоритмы анализа защищенности систем, построенных с использованием методов искусственного интеллекта и машинного обучения (МПК-2);
- способность разрабатывать и реализовывать методы анализа безопасности и защищенности программ и их поведения с использованием методов искусственного интеллекта и машинного обучения, в том числе интерпретируемого машинного обучения (МПК-3);
- способность анализировать устойчивость моделей машинного обучения к атакам, обеспечивать робастность моделей машинного обучения (МПК-4).

3.1.2.4. Ресурсное обеспечение программы

Для реализации данной программы учебное заведение должно располагать соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные

компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием, проекторами. Материальная база должна соответствовать действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивать проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся.

Необходим вычислительный комплекс с графическими ускорителями для проведения практических занятий, а также для самостоятельной работы студентов.

3.1.2.5. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися

Подготовка и выдача слушателям учебно-методических материалов.

Проведение контрольных работ, зачётов, экзаменов. Использование автоматизированных средств оценки выполнения практических заданий.

Система обеспечения оценки качества освоения обучающимися программы бакалавриата представлена материалами для текущей, промежуточной и итоговой аттестации в совокупности составляющих фонд оценочных средств образовательной программы.

3.1.3. Магистерская программа «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»

3.1.3.1. Общие положения

Образовательная программа разрабатывается на механико-математическом факультете в соответствии с образовательным стандартом, самостоятельно устанавливаемым Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров «Математика и компьютерные науки».

Программа разрабатывается в соответствии с образовательным стандартом, самостоятельно устанавливаемым Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров «Математика и компьютерные науки» (02.04.01).

В области обучения главными целями программы являются фундаментальная механико-математическая подготовка в области математики и теории интеллектуальных систем, углубленная естественнонаучная подготовка.

Результатом освоения программы является завершенное фундаментальное образование в области математики и естественных наук со значительным опытом самостоятельной научной работы. Фундаментальная подготовка, осуществляемая в рамках программы, дает практически полную картину современного состояния математики и ее приложений. Это будет достигаться специальным образом организованной структурой программы подготовки магистра, и это серьезно отличает ее от аналогичных программ в системе классических университетов России.

Программа ориентирована на фундаментальную и одновременно специальную подготовку магистров, обладающих глубокими знаниями в теории автоматов, в математической логике, в теории баз данных и теории управляющих систем, владеющих методами машинного обучения, методами логического синтеза СБИС, методами хранения и поиска информации, методами разработки эффективных алгоритмов обработки информации.

Программа включает в себя обучение навыкам математического моделирования дискретных процессов обработки информации с использованием современных программных средств и IT-технологий.

3.1.3.2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника

Магистерская программа направлена на подготовку специалистов высшей квалификации в области математических основ интеллектуальных систем, способных разрабатывать и применять на практике математические методы и алгоритмы для решения задач, связанных с созданием систем искусственного интеллекта.

Основным преимуществом таких специалистов станет фундаментальное математическое образование и полноценное знание современных подходов к разработке практических приложений искусственного интеллекта. Выпускники магистерской программы будут востребованы для научно-исследовательских институтов, центров наукоемких технологий и IT-компаний, банков, высших, средних, средних специальных учебных заведений и других организаций системы образования.

3.1.3.3. Компетенции выпускника как совокупный ожидаемый результат образования по завершении программы

Специализированные компетенции магистерской программы:

- владение теоретическими основами и современными методами теории автоматов (М-ПК-1).

- владение современными методами теории интеллектуальных систем (М-ПК-2).
- владение теоретическими основами и современными методами теории управляющих систем (М-ПК-3).
- владение теоретическими основами и современными методами машинного обучения (М-ПК-4).
- владение теоретическими основами и современными методами нейронных сетей (М-ПК-5).
- владение теоретическими основами и современными методами теории баз данных (М-ПК-6).
- способность применять полученные знания и навыки для постановки, анализа и решения фундаментальных и прикладных задач в области искусственного интеллекта (М-ПК-7).

3.1.3.4. Ресурсное обеспечение программы

Необходимы аудитории с проекторами и выходом в интернет. Для выполнения практических и самостоятельных заданий необходимы вычислительные ресурсы с удаленным доступом, включающие видеокарты и программируемые логические интегральные схемы (далее – ПЛИС).

3.1.3.5. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися

Подготовка и выдача слушателям учебно-методических материалов.

Проведение контрольных работ, зачётов, экзаменов. Использование автоматизированных средств оценки выполнения практических заданий.

Система обеспечения оценки качества освоения обучающимися программы бакалавриата представлена материалами для текущей, промежуточной и итоговой аттестации в совокупности составляющих фонд оценочных средств образовательной программы.

3.1.4. Магистерская программа «Цифровые технологии и искусственный интеллект»

3.1.4.1. Общие положения

Межфакультетская магистерская программа «Цифровые технологии и искусственный интеллект» разрабатывается механико-математическим

факультетом МГУ имени М.В.Ломоносова в рамках научно-образовательной школы «Мозг, когнитивные системы, искусственный интеллект» совместно с биологическим факультетом, институтом перспективных исследований мозга, философским факультетом, факультетом психологии, филологическим факультетом МГУ. В программе также принимают участие представители организаций, ведущих разработки и работающими с потребителями в данной области: ПАО «Сбербанк», Яндекс, ИСП РАН и др.

Программа разрабатывается в соответствии с образовательным стандартом, самостоятельно устанавливаемым Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров «Математика и компьютерные науки» (02.04.01).

Программа направлена на получение фундаментального образования в области оснований искусственного интеллекта и сочетает в себе фундаментальную математическую подготовку с современными прикладными вопросами.

Выпускники программы получают фундаментальную подготовку в области математики и компьютерных наук со значительным опытом самостоятельной научной работы. Они овладеют обширными знаниями и умениями в области математической логики и теоретической информатики, компьютерных наук, машинного обучения и нейронных сетей, методов работы с большими данными. Это позволит им в будущем вести исследования в области как фундаментальной, так и прикладной науки, а также работать в коммерческих компаниях, ведущих деятельность в области искусственного интеллекта, информационных и банковских технологий и других наукоёмких направлениях.

3.1.4.2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника

Магистерская программа направлена на подготовку специалистов высшей квалификации для научно-исследовательских институтов, центров наукоёмких технологий и IT-компаний, банков, высших, средних, средних специальных учебных заведений и других организаций системы образования.

3.1.4.3. Компетенции выпускника как совокупный ожидаемый результат образования по завершении программы

Специализированные компетенции магистерской программы:

- владение теоретическими основами и современными методами машинного обучения (М-ПК 1).

- владение теоретическими основами и современными методами искусственного интеллекта (М-ПК-2).
- владение теоретическими основами и современными методами нейронных сетей (М-ПК-3).
- владение теоретическими основами и современными методами анализа данных (М-ПК-4).
- способность применять полученные знания и навыки для постановки, анализа и решения фундаментальных и прикладных задач в области искусственного интеллекта (М-ПК-5).

3.1.4.4. Ресурсное обеспечение программы

Для реализации данной программы учебное заведение должно располагать соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием, проекторами. Материальная база должна соответствовать действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивать проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся.

Для выполнения практических и самостоятельных заданий необходимы вычислительные ресурсы с удаленным доступом, включающие видеокарты и ПЛИС.

3.1.4.5. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися

Подготовка и выдача слушателям учебно-методических материалов.

Проведение контрольных работ, зачётов, экзаменов. Использование автоматизированных средств оценки выполнения практических заданий.

Система обеспечения оценки качества освоения обучающимися программы бакалавриата представлена материалами для текущей, промежуточной и итоговой аттестации в совокупности составляющих фонд оценочных средств образовательной программы.

В реализации данной программы ключевым вопросом оценки качества образовательных результатов является оценка уровня сформированности компетенций.

В рамках освоения содержания одного курса может формироваться и развиваться несколько компетенций, а формирование одной отдельной

компетенции может происходить в процессе освоения нескольких учебных курсов, как теоретических, так и практических.

В основе системы оценки качества освоения программы магистратуры лежит Балльно-рейтинговая система (БРС). Она позволяет наблюдать этапы формирования каждой компетенции в процессе освоения отдельных курсов.

В рамках БРС итоговая оценка за курс складывается из нескольких составляющих. Основные среди этих составляющих: оценки за выполнение домашних заданий, участие в дискуссиях, эссе, результаты промежуточных контрольных работ, выполнения индивидуальных и групповых проектов, итоговой аттестационной работы или экзамена. Решение о том, в какой форме проводить итоговую работу, принимает преподаватель. В результате итоговая оценка за курс представляет сумму баллов за работу студента в течение всего периода изучения дисциплины и баллов, полученных за итоговую работу (если она предусмотрена) или экзамен. Формулу, согласно которой формируется оценка за курс, преподаватель приводит в программе дисциплины и в календарно-тематическом плане (КТП).

По отдельным учебным дисциплинам может быть предусмотрено наличие блокирующих баллов. Это означает, что в случае получения баллов ниже определенного уровня, полученные баллы и данный курс студенту не засчитываются. Информация об этом содержится в календарно-тематическом плане учебной дисциплины. Преподаватель фиксирует промежуточные результаты студентов в рабочей ведомости. Итоговые баллы и оценки выставляются в экзаменационную ведомость.

Существенным элементом системы управления качеством в программе является двусторонняя обратная связь между студентом и преподавателем и самооценивание студента.

В рамках БРС применяются инновационные формы мониторинга качества освоения образовательной программы, такие как: конкурсы Kaggle, хакатоны, презентации и защиты проектов, ведение портфолио студентов.

БРС позволяет интегрировать компетентностную модель формирования подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач в дисциплинарно-модульную структуру учебного плана.

3.2. Программы бакалавриата по искусственному интеллекту

3.2.1. Программа бакалавриата «Прикладная математика и информатика»

Профиль подготовки «Искусственный интеллект и анализ данных».

3.2.1.1. Общие положения

Программа бакалавриата «Искусственный интеллект и анализ данных» направлена на получение знаний и навыков для проектирования, разработки и развития программных решений, использующих последние достижения в области искусственного интеллекта при поддержке ученых, которые являются лидерами в этой развивающейся области.

Программа разрабатывается в соответствии с образовательным стандартом, самостоятельно устанавливаемым Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров «Прикладная математика и информатика» (01.03.02).

Профильные дисциплины включают представление знаний, математическую логику, машинное обучение, вероятностное моделирование и логический вывод, обработку естественных языков, распознавание и синтез речи, компьютерное зрение.

3.2.1.2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника

Выпускники, освоившие программу бакалавриата, могут осуществлять профессиональную деятельность в следующих областях:

- Образование и наука (в сфере общего, профессионального дополнительного образования; в сфере научных исследований);
- 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»);
- Ракетно-космическая промышленность (в сфере проектирования и разработки наземных автоматизированных систем управления космическими аппаратами с применением технологий искусственного интеллекта);
- Авиастроение (в сфере проектирования, создания и поддержки систем автоматического управления и информационно-коммуникационных систем с применением технологий искусственного интеллекта);
- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок; в

сфере разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами производства с применением технологий искусственного интеллекта).

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

Выпускник, освоивший программу бакалавриата готов к решению следующих задач профессиональной деятельности:

- сбор, анализ и обработка научной информации по тематике исследования в области технологий искусственного интеллекта и машинного обучения;
- проведение научных исследований в области искусственного интеллекта и анализа данных по заданной теме под руководством более квалифицированных сотрудников;
- разработка интеллектуальных систем для обработки неструктурированных и слабоструктурированных данных, с помощью технологий методов и средств искусственного интеллекта;
- проектирование и разработка интеллектуальных человеко-машинных системы для обработки данных принятия решений.

3.2.1.3. Компетенции выпускника как совокупный ожидаемый результат образования по завершении программы

Специализированные компетенции программы бакалавриата:

- способность формулировать прикладные проблемы в виде математически поставленных задач и применения к их аналитическому исследованию и численному решению методов и технологий искусственного интеллекта (СПК-1);
- способность применять современные методы и модели для распознавания образов на основе построения различных математических моделей (СПК-2);
- способность применять методы машинного обучения для эффективного решения прикладных задач в профессиональной области (СПК-3);
- способность математически формулировать основные задачи анализа данных, применять для их решения соответствующие методы теории

вероятностей и математической статистики и выполнять визуализацию полученных результатов (СПК-4);

- способность использовать методы и технологии искусственного интеллекта для автоматической обработки текстов на естественном языке (СПК-5).

3.2.1.4. Ресурсное обеспечение программы

Для реализации данной программы учебное заведение должно располагать соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база должна соответствовать действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивать проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся.

3.2.1.5. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися

Подготовка и выдача слушателям учебно-методических материалов.

Проведение контрольных работ, зачётов, экзаменов. Использование автоматизированных средств оценки выполнения практических заданий.

Система обеспечения оценки качества освоения обучающимися программы бакалавриата представлена материалами для текущей, промежуточной и итоговой аттестации в совокупности составляющих фонд оценочных средств образовательной программы.

3.2.2. Программа бакалавриата «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Профиль подготовки «Программная инженерия в искусственном интеллекте».

3.2.2.1. Общие положения

В рамках профиля изучаются общие вопросы инженерии программного обеспечения и искусственного интеллекта, архитектуры системного программного обеспечения, включающего операционные системы, компиляторы, системы управления базами данных, анализ данных и методы машинного обучения.

Программа разрабатывается в соответствии с образовательным стандартом, самостоятельно устанавливаемым Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (02.03.02).

Предметом освоения являются базовые технологии программной инженерии и специализированные курсы по архитектуре и методам разработки систем искусственного интеллекта. Изучаются основы математического моделирования, архитектур и программного обеспечения современных интеллектуальных систем и комплексов. Набор специальных курсов, поддерживаемых практикумом, создает основу для подготовки специалистов высокого уровня, способных на практике создавать и на разных этапах сопровождать программные системы различного масштаба и уровня сложности и использованием технологий искусственного интеллекта.

3.2.2.2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника

Выпускники, освоившие программу бакалавриата данного профиля, способны осуществлять профессиональную деятельность в следующих областях профессиональной деятельности:

- Образование и наука (в сфере фундаментальных и прикладных научных исследований);
- 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 на основе методов и технологий искусственного интеллекта);
- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности» (в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок; в сфере разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами производства на основе методов и технологий искусственного интеллекта).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата будет готов к решению следующих задач профессиональной деятельности:

- сбор, анализ и обработка научной информации по тематике исследования в области технологий искусственного интеллекта и машинного обучения;
- проведение научных исследований в области программной инженерии и искусственного интеллекта по заданной теме под руководством более квалифицированных сотрудников;
- разработка программных систем и фреймворков для интеллектуальной обработки данных на основе методов машинного обучения и нейронных сетей;
- проектирование и разработка интеллектуальных человеко-машинных систем для обработки данных принятия решений.

3.2.2.3. Компетенции выпускника как совокупный ожидаемый результат образования по завершении программы

Специализированные компетенции программы бакалавриата:

- способность понимать и применять современный математический аппарат при анализе математических методов в области программной инженерии и искусственного интеллекта (СПК–1);
- способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научных результатов в области программной инженерии и искусственного интеллекта (СПК–2);
- способность применять методы программной инженерии и искусственного интеллекта при решении задач профессиональной деятельности (СПК–3);
- способность использовать методы статистического анализа при решении практических задач в области программной инженерии и искусственного интеллекта (СПК–4);
- способность применять современные системы программирования для решения задач профессиональной деятельности в области построения интеллектуальных программных систем (СПК–5).

3.2.2.4. Ресурсное обеспечение программы

Для реализации данной программы учебное заведение должно располагать соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным

оборудованием. Материальная база должна соответствовать действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивать проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся.

3.2.5. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися

Подготовка и выдача слушателям учебно-методических материалов.

Проведение контрольных работ, зачётов, экзаменов. Использование автоматизированных средств оценки выполнения практических заданий.

Система обеспечения оценки качества освоения обучающимися программы бакалавриата представлена материалами для текущей, промежуточной и итоговой аттестации в совокупности составляющих фонд оценочных средств образовательной программы.

3.3. Программы повышения квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта

3.3.1. Программа повышения квалификации по направлению «Искусственный интеллект»

Настоящая программа дополнительного профессионального образования (далее – ДПО) ориентирована на подготовку преподавателей к работе в магистерских и бакалаврской программах направления «Искусственный интеллект».

Дополнительная образовательная программа разрабатывается на механико-математическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова с учетом образовательных стандартов, самостоятельно устанавливаемым Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки «Математика и компьютерные науки».

К главным целям программы относится формирование у обучающихся (преподавателей вузов) инновационных моделей деятельности, особенно существенных в условиях цифровой трансформации экономики и образования. В частности, для образовательных программ, к реализации которых будут готовы выпускники программы ДПО, характерно:

Широкое применение цифровых технологий, в том числе – использующих ИИ, обучающимися в образовательном процессе:

- Для всех дисциплин – применение дистанционных образовательных технологий, запись (фиксация) образовательного процесса – всех лекций, отдельных элементов упражнений, проектной деятельности, аттестации, которые войдут в цифровой портфолио студента;
- Для общекультурного блока – широкое использование информационных источников интернета, средств поиска информации, работы с текстами, автоматизированного перевода;
- Для фундаментального общематематического и естественнонаучного блока – использование инструментов математической деятельности – компьютерной алгебры, анализа экспериментальных данных, математического моделирования, средств визуализации;
- Для профессионального блока по ИИ – использование профессиональных систем программирования, языков (Python, R и др.) и библиотек;
- Для проектной деятельности – цифровые средства проектного менеджмента, групповой работы;

Возможно более раннее прямое взаимодействие с потенциальными работодателями, корпоративными партнерами программ и образовательных организаций:

- Участие руководителя практики – представителя партнера в проектировании персонализированной образовательной траектории студента (прежде всего – магистратуры);
- Участие представителей партнеров в обзорных лекциях (в том числе – дистанционных);

Важным результатом подготовки преподавателей является освоение ими модели сетевого взаимодействия университетов (с участием их корпоративных партнеров), при котором:

- Ведущий университет, разработчик программы, или отдельного модуля, курса обеспечивает его размещение в интернете, включая качественную аудио-видео запись лекций, комплекты рабочих и аттестационных материалов с системой обратной связи и оценивания, обеспечивает консультирование преподавателей других университетов – участников сети;
- Университет сети, реализующий программу, или отдельный модуль, обеспечивает педагогическую поддержку и мотивацию студентов,

организует их взаимодействие с потенциальными работодателями, проводит аттестационные процедуры, в том числе – при участии ведущего университета.

Важными элементами программы ДПО являются также:

- Обзор современной сферы информационных технологий (далее – ИТ), как с точки зрения дальнейшего развития содержания программ в области ИИ, так и с точки зрения возможных мест работы для выпускников университетов, как в регионах страны (в том числе – в сетях ИТ-компаний: ПАО «Сбербанк», 1С, Яндекса) так и в дистанционном режиме;
- Возможность прямого контакта с представителями ИТ-лидеров, например дискуссий с работниками ПАО «Сбербанк»;
- Опыт собственного учения с применением различных дистанционных технологий и освоения курсов на платформах лидеров в данной области (например, Coursera, Skillfactory), ведущих университетов (например, MIT) в дистанционном режиме;
- Опыт дистанционного преподавательского взаимодействия со студентами, анализа этого взаимодействия вместе с преподавателями МГУ имени М.В.Ломоносова и самоанализа.

Преподавательская деятельность в программах бакалавриата и магистратуры, ориентированных на сферу ИИ, в том числе – в сетевых образовательных программах.

Специализированные компетенции программы повышения квалификации:

- владение теоретическими основами и современными методами теории автоматов (М-ПК-1).
- владение современными методами теории интеллектуальных систем (М-ПК-2).
- владение теоретическими основами и современными методами теории управляющих систем (М-ПК-3).
- владение теоретическими основами и современными методами машинного обучения (М-ПК-4).
- владение теоретическими основами и современными методами нейронных сетей (М-ПК-5).

- владение теоретическими основами и современными методами теории баз данных (М-ПК-6).
- способность применять полученные знания и навыки для постановки, анализа и решения фундаментальных и прикладных задач в области искусственного интеллекта (М-ПК-7).

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе ДПО обеспечивается процедурами системы внутренней оценки качества; мониторинга, разработки объективных процедур оценки уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Оценка качества освоения образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую аттестацию выпускников. Для аттестации обучающихся в рамках текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации, итоговой аттестации создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты, другие оценочные средства контроля, позволяющие оценить уровень сформированности профессиональных компетенций.

В основе системы оценки качества освоения программы ДПО лежит Балльно-рейтинговая система (БРС).

3.3.2. Программа повышения квалификации «Разработчик цифровых технологий»

Специализация «искусственный интеллект и машинное обучение». Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 612 часов, в том числе 288 часов аудиторных занятий.

Целью реализации программы является подготовка специалистов в области цифровых технологий, способных создавать, внедрять, анализировать и сопровождать цифровые технологии в профессиональной области с использованием технологий искусственного интеллекта машинного обучения.

Компетенции выпускника образовательной программы:

- знание и понимание основных фактов, концепций, принципов и теорий, относящихся к вычислениям и компьютерным приложениям;
- понимание направлений исследований в области компьютерных наук, искусственного интеллекта и смежных областях, а также того, как результаты таких исследований могут быть включены в компьютерные системы;

- способность применять соответствующую теорию, практику и инструменты для моделирования, спецификации, проектирования, реализации и оценки компьютерных систем (включая автономные компьютерные системы, информационные системы, встроенные системы, распределенные системы и веб-системы) для решения задач профессиональной деятельности с использованием технологий искусственного интеллекта и машинного обучения;
- способность извлечения и анализа неструктурированных и слабоструктурированных данных;
- способность внедрять и применять методы машинного обучения для решения распространенных проблем искусственного интеллекта.

3.3.3. Программа повышения квалификации «Высокопроизводительные вычислительные системы и приложения»

Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 72 часа, в том числе 60 часов аудиторных занятий.

Целью реализации программы является базовая подготовка лиц, желающих получить знания и навыки работы в области разработки высокоэффективных приложений для суперкомпьютеров.

В программе изучаются основные понятия и принципы построения суперкомпьютерных систем, архитектура и функциональные возможности системного программного обеспечения суперкомпьютеров, технологии параллельного программирования MPI и OpenMP, методы отладки и настройки эффективности параллельных программ для суперкомпьютеров с использованием технологий передачи сообщений MPI и OpenMP.

Особое внимание уделяется изучению и практическому освоению изучаемых технологий и используемых методов построения параллельных программ на примере суперкомпьютеров, установленных в МГУ: системах «Ломоносов» и Blue Gene/P. В частности, изучаются особенности использования современных компиляторов для языков программирования C, C++, Fortran, установленных на этих системах, использованию параллельных математических библиотек, инструментальных систем для отладки и настройки эффективности параллельных программ, методы организации параллельной работы с файлами.

Формализованные результаты обучения:

Владение технологиями параллельного программирования MPI и OpenMP, работой с суперкомпьютером и информационными сетями; понимание принципов построения архитектур суперкомпьютеров и их программного обеспечения, владение основными методами и средствами разработки параллельных программ для суперкомпьютеров.

В результате освоения курса слушатель должен:

- знать основы методов разработки параллельных программ для суперкомпьютеров;
- знать принципы построения архитектур суперкомпьютеров;
- знать спецификацию технологии параллельного программирования MPI-1 и MPI-2, состав и особенности различных открытых библиотек, реализующих стандарты MPI;
- знать директивы и функции OpenMP;
- знать основные понятия и директивы систем управления заданиями для суперкомпьютеров;
- знать методы удаленного доступа к суперкомпьютерам, протоколы ssh и ftp для удаленного доступа и копирования информации;
- знать методы оценки эффективности параллельных программ;
- уметь эффективно применять изученные технологии в практике разработки параллельных программ для суперкомпьютеров «Ломоносов» и Blue Gene/P;
- владеть технологиями разработки параллельных программ для суперкомпьютеров.

3.3.4. Программа повышения квалификации «Современные вычислительные сети»

Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 100 часов, в том числе 100 часов аудиторных занятий.

Программа состоит из следующих модулей:

1. «Управление инфраструктурой и развертывание облачных сервисов» (форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 20 часов, в том числе 20 часов аудиторных занятий).

Целью реализации программы является формирование необходимого объема теоретических и практических знаний о технологии облачных вычислений, умений и навыков для практического использования облачных технологий, изучить и освоить существующие инструментальные средства.

В программе освещаются базовые сведения о появлении и развитии технологий облачных вычислений, основные понятия; приводятся основные модели развертывания облаков, модели предоставления услуг облачных вычислений и облачные приложения; рассматриваются основные технологии виртуализации в облачных сервисах, алгоритмы балансировки нагрузки в облачных сервисах.

Формализованные результаты обучения:

В результате освоения программы повышения квалификации обучающийся должен:

- знать основные понятия и терминологию облачных вычислений (Cloud Computing), преимущества и недостатки;
- знать модели развертывания облаков и модели предоставления услуг облачных вычислений;
- знать понятие виртуализации и гипервизора, типы виртуализации, преимущества и недостатки виртуализации;
- знать о проблеме перегрузки и алгоритмах балансировки нагрузки;
- знать основные этапы развертывания облачных приложений, сферах применения облачных приложений;
- иметь представление об облачных платформах Eucaliptus, OpenStack, C2.

В результате освоения программы повышения квалификации обучающийся приобретает следующие компетенции:

- способность предлагать концепции, модели, изобретать и апробировать способы и инструментальные средства в своей профессиональной деятельности;

- способность порождать принципиально новые идеи и продукты в области облачных вычислений;
- способность разрабатывать рекомендации по оптимизации затрат на обслуживание и развитие существующей облачной ИТ-инфраструктуры.
- способность выбирать оптимальные решения в вопросах совершенствования облачной ИТ-инфраструктуры и архитектуры предприятия, оператора связи, центра обработки данных.

2. «Программно-конфигурируемые сети (SDN)» (форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 20 часов, в том числе 20 часов аудиторных занятий).

Целью реализации программы является формирование необходимого объема теоретических и практических знаний о технологиях программно-конфигурируемых сетей (SDN), практических умений и навыков для развертывания SDN сетей, разработки приложений для SDN контроллера, изучить и освоить необходимые инструментальные средства.

Формализованные результаты обучения:

В результате освоения программы повышения квалификации обучающийся должен:

- знать основные понятия и терминологию программно-конфигурируемых сетей (SDN сетей);
- знать области применения SDN сетей;
- знать архитектуру SDN сетей, принципы функционирования SDN коммутатора, SDN контроллера и основы протокола OpenFlow;
- уметь пользоваться основными инструментальными средствами (WireShark, Mininet, RUNOS) для работы с SDN;
- иметь навыки разработки, тестирования и отладки приложений для SDN контроллера.

В результате освоения программы повышения квалификации обучающийся приобретает следующие компетенции:

- способность предлагать концепции, модели, изобретать и апробировать способы и инструментальные средства в своей профессиональной деятельности;

- способность порождать принципиально новые идеи и продукты в области сетевых технологий;
- способность разрабатывать рекомендации по оптимизации затрат на обслуживание и развитие существующей сетевой ИТ-инфраструктуры;
- способность выбирать оптимальные решения в вопросах совершенствования сетевой ИТ-инфраструктуры и архитектуры предприятия, оператора связи, центра обработки данных.

3. «Протоколы и методы управления и передачи данных в сети Интернет» (форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 20 часов, в том числе 20 часов аудиторных занятий).

Целью реализации программы является формирование необходимого объема теоретических и практических знаний об основах сетевых технологий, практических умений и навыков для развертывания сетей на базе TCP/IP, изучить и освоить необходимые инструментальные средства.

Формализованные результаты обучения:

В результате освоения программы повышения квалификации обучающийся должен:

- знать основные понятия и терминологию стека сетевых технологий TCP/IP;
- знать основные принципы построения и функционирования сети Интернет, особенности систем передачи данных;
- знать принципы адресации в сети на основе протокола IP;
- знать основные протоколы маршрутизации в сети;
- знать основные транспортные протоколы TCP и UDP и их различия;
- уметь пользоваться инструментальным средством Wireshark для анализа сетевого трафика;
- иметь навыки настройки адресации и маршрутизации в сети.

В результате освоения программы повышения квалификации обучающийся приобретает следующие компетенции:

- способность предлагать концепции, модели, изобретать и апробировать способы и инструментальные средства в своей профессиональной деятельности;

- способность порождать принципиально новые идеи и продукты в области сетевых технологий;
- способность разрабатывать рекомендации по оптимизации затрат на обслуживание и развитие существующей сетевой ИТ-инфраструктуры;
- способность выбирать оптимальные решения в вопросах совершенствования сетевой ИТ-инфраструктуры и архитектуры предприятия, оператора связи, центра обработки данных.

4. «Виртуализация сетевых функций (NFV)» (форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 20 часов, в том числе 20 часов аудиторных занятий).

Целью реализации программы является формирование необходимого объема теоретических и практических знаний о технологиях виртуализации сетевых функций (NFV), практических умений и навыков для разработки виртуальных сетевых приложений, изучить и освоить необходимые инструментальные средства.

В программе освещаются основы концепции виртуализации сетевых функций, основные понятия, проводится обзор возможностей API и SDK для разработки виртуальных сетевых приложений, рассматриваются основы проактивного управления сетью на основе технологии DPI (Deep Package Inspection) для накопления статистических данных, проверки и фильтрации сетевых пакетов по их содержимому, рассматриваются примеры виртуальных сетевых функций и приложений.

Формализованные результаты обучения:

В результате освоения программы повышения квалификации обучающийся должен:

- знать основные понятия виртуализации сетевых функций (NFV) и виртуализации сетей;
- знать API и SDK для разработки виртуальных сетевых приложений;
- знать подходы к проактивному управлению сетями на основе DPI;
- знать примеры NFV приложений;
- иметь навыки разработки, тестирования и отладки NFV приложений.

В результате освоения программы повышения квалификации обучающийся приобретает следующие компетенции:

- способность предлагать концепции, модели, изобретать и апробировать способы и инструментальные средства в своей профессиональной деятельности;
- способность порождать принципиально новые идеи и продукты в области сетевых облачных технологий;
- способность разрабатывать рекомендации по оптимизации затрат на обслуживание и развитие существующей ИТ-инфраструктуры;
- способность выбирать оптимальные решения в вопросах совершенствования сетевой ИТ-инфраструктуры и архитектуры сети предприятия, оператора связи, центра обработки данных.

5. «Технология MPLS» (форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 20 часов, в том числе 20 часов аудиторных занятий).

Целью реализации программы является формирование необходимого объема теоретических и практических знаний о технологиях MPLS, практических умений и навыков для развертывания сетей с ее использованием, а также с применением технологий MPLS VPN и MPLS-TE.

Формализованные результаты обучения:

После прослушивания курса и успешной сдачи экзамена слушатели будут:

- знать основные понятия и терминологию технологии MPLS;
- знать архитектуру MPLS сетей;
- знать принципы функционирования MPLS;
- знать основы протоколов LDP и RSVP-TE;
- знать области применения MPLS VPN;
- знать области применения MPLS TE;
- уметь предлагать концепции, модели, разрабатывать и апробировать варианты построения сетей;
- уметь порождать принципиально новые идеи и продукты в области сетевых технологий;

- уметь разрабатывать рекомендации по оптимизации затрат на обслуживание и развитие существующей сетевой ИТ-инфраструктуры;
- уметь выбирать оптимальные решения в вопросах совершенствования сетевой ИТ-инфраструктуры и архитектуры предприятия, оператора связи, центра обработки данных;
- владеть навыками настройки протоколов распределения меток (LDP, BGP);
- владеть навыками настройки MPLS VPN L3;
- владеть навыками настройки MPLS VPN L2.

3.3.5. Программа повышения квалификации «Программирование на языке Python»

Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 36 часов, в том числе 36 часов аудиторных занятий.

Целями реализации программы являются:

1. Ориентация на потребности прикладной деятельности в области современного программирования и интеллектуального анализа данных;
2. Освоение слушателями навыков и приемов работы в среде PyCharm;
3. Получение практической подготовки в области использования вычислительной техники и программного обеспечения для решения прикладных задач.

Формализованные результаты обучения:

В результате освоения учебного курса слушатели должны

- знать основные приемы работы в среде PyCharm;
- знать синтаксис и семантику операторов, принципы построения программ для языка программирования Python;
- знать способы описания и использования основных структур данных: структура, массив, файл в языке программирования Python;
- уметь выполнять практические операции по созданию программ и проектов в среде PyCharm;

- уметь создавать логически и синтаксически правильные программы на языке Python по заданному алгоритму;
- уметь использовать в программах массивы как базовую структуру данных для решения прикладных задач;
- уметь использовать в программах файлы в качестве источника и приемника данных;
- уметь применять базовые алгоритмы сортировки и поиска при решении конкретных задач;
- уметь выполнять операции обработки структурированных данных;
- владеть практическими навыками постановки задачи, разработки алгоритма ее решения и использования прикладных систем программирования для реализации алгоритмов на языке программирования Python.

3.3.6. Программа повышения квалификации «Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP»

Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 32 часов, в том числе 32 часов аудиторных занятий.

Целью реализации программы является базовая подготовка лиц, желающих освоить основы технологий параллельного программирования MPI и OpenMP для программирования современных суперкомпьютеров. Программа основана на материалах трека «Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP», в течение ряда лет читавшегося в рамках Международной Суперкомпьютерной Академии МГУ имени М.В.Ломоносова.

Практическое освоение изучаемых технологий параллельного программирования MPI и OpenMP предполагается на базе суперкомпьютеров, установленных в МГУ имени М.В.Ломоносова, в том числе, на системах «Ломоносов-2» и Polus.

Формализованные результаты обучения:

Обучающийся в результате освоения программы должен:

- знать наиболее распространённые модели параллельного программирования, реализуемые программами на MPI и OpenMP;

- знать основные принципы распараллеливания программ с использованием технологий MPI и OpenMP;
- знать базовые директивы и функции технологии OpenMP;
- знать базовые функции технологии MPI;
- знать методы оценки эффективности параллельных программ;
- уметь писать простые параллельные программы с использованием технологий параллельного программирования MPI и OpenMP;
- уметь эффективно реализовывать параллельные программы на суперкомпьютерах «Ломоносов-2» и Polus.

3.3.7. Программа повышения квалификации «Python для анализа данных и машинного обучения»

Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 48 часов, в том числе 48 часов аудиторных занятий.

Целью реализации программы является базовая подготовка лиц, желающих освоить основы машинного обучения, а также в совершенстве овладеть актуальными навыками практического применения методов искусственного интеллекта с целью их преподавания и использования для решения практических задач.

Формализованные результаты обучения:

Обучающийся в результате освоения программы должен:

- знать подходы к решению задач классификации, кластеризации и регрессии;
- знать методы разведочного анализа данных;
- уметь использовать Pandas и Numpy;
- уметь решать задачи анализа данных с элементами машинного обучения.

3.3.8. Программа повышения квалификации «Управление проектами для цифровой экономики»

Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 32 часов, в том числе 32 часов аудиторных занятий.

Целью освоения программы является формирование у студентов навыков управления проектами на основе современных концепций, стандартов, методов, инструментов менеджмента проектов.

Курс разработан таким образом, чтобы предоставить возможность молодым людям, еще не имеющим опыта проектной работы, не только получить теоретические знания, но и попробовать сотрудничать со слушателями и преподавателем в различных проектно-ориентированных деловых играх. Курс дает представление об основных инструментах управления проектами, психологических особенностях проектной команды, факторах успешного завершения проекта.

Подробно рассматривается управление рисками проекта. Процедуры планирования, проактивный и реактивный подходы, методы анализа и стратегии работы с рисками.

Деловые игры позволяют применить управленческие инструменты в условиях, приближенных к бизнес-среде.

Формализованные результаты обучения:

В результате освоения программы обучающийся должен:

- знать основные понятия и теорию, историю, тенденции развития области управления проектами и информационными рисками;
- уметь применять на практике методы планирования и проектирования проектных работ и систем управления; применять методики выявления и расчета информационных рисков; выбирать подходящий метод оценки и расчета рисков; составлять проектную документацию;
- владеть навыками организации работы проектной группы (команды); методами планирования и разукрупнения задач проекта; навыками качественной и количественной оценки информационных рисков в проектной деятельности.

3.3.9. Программа повышения квалификации «Введение в цифровую трансформацию»

Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 40 часов, в том числе 40 часов аудиторных занятий.

Цель программы — сформировать целостную картину происходящей технологической трансформации государства, экономики и общества. Общие цели реализации программы: получение знаний о технологических трендах, векторах развития цифровой экономики, изменениях на рынках труда, а также о компетенциях, необходимых для успешной реализации цифровой трансформации.

Формализованные результаты обучения:

В результате успешного освоения курса слушатель должен достигнуть следующих результатов:

- понимание ключевых концепций и терминов из сферы цифровых технологий и управления;
- сокращение времени рутинных рабочих операций;
- освоение практик регулярного менеджмента;
- овладение инструментами планирования и аналитики;
- повышение качества принимаемых решений.

3.3.10. Программа повышения квалификации «Методы анализа данных»

Форма обучения: очно-заочная или заочная, общая трудоемкость 36 часов, в том числе 36 часов аудиторных занятий.

Цель реализации программы — качественное изменение профессиональных компетенций, направленных на повышение профессионального уровня в рамках имеющейся у слушателей квалификации в области программирования на языке высокого уровня Python, ознакомление с практикой разработки программ для анализа данных.

Формализованные результаты обучения:

Результатом обучения является приобретение знаний и умений по:

- разработке программного обеспечения на языке высокого уровня Python;

- среде программирования IPython и подобных;
- основным принципам промышленной разработки и тестирования кода;
- применению языка Python для анализа данных.

3.4. Реализация образовательных программ

В целях выполнения обязательств по достижению показателей, необходимых для достижения результата предоставления гранта на разработку программ бакалавриата и программ магистратуры по искусственному интеллекту, а также повышения квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта разработан список мероприятий и контрольных точек, закрепленных Планом-графиком реализации Программы развития (далее – План-график), являющийся неотъемлемой частью настоящей Программы (Раздел 6, таблица 3).

Для реализации образовательных программ Университет располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся.

Информационно-образовательное пространство Университета включает в себя средства и механизмы информационного взаимодействия образовательного назначения, такие как системы электронного обучения на основе LMS Moodle, которые активно используются в учебном процессе, eclass.cmc.msu.ru – система электронного обучения лаборатории ОИТ используемая как для поддержки очного обучения бакалавров и магистров так и для реализации двухлетней программы профессиональной переподготовки с присвоением дополнительной квалификации «Разработчик профессионально-ориентированных компьютерных технологий».

На факультете ВМК развернут сервер TrueConf - программный продукт Российского производителя, который позволяет организовать видеоконференции трех видов:

- Симметричная — все участники видят и слышат друг друга. Максимальное количество участников в одной такой конференции — 36.
- Ассиметричная конференция (видеолекция) — специальный режим конференции для учебных заведений, во время которого все ученики видят и слышат только лектора, а лектор видит и слышит каждого ученика. Максимальное количество участников — 36, из них 1 — это лектор.
- Ролевая конференция — только некоторые из участников видны и слышны всем остальным (есть выступающие, которые могут меняться, и зрители). Максимальное количество участников — 800, а максимальное количество докладчиков — 36.

На факультете ВМК установлены параллельные компьютеры IBM Blue Gene/P (IBM Blue Gene/P — массивно-параллельная вычислительная система, которая состоит из двух стоек, включающих 8192 процессорных ядер (2 x 1024 четырехъядерных вычислительных узлов), с пиковой производительностью 27,9 терафлопс (27,8528 триллионов операций с плавающей точкой в секунду) и IBM eServer pSeries 690 Regatta (крупный сервер масштаба предприятия, выполненный в 32-процессорной версии).

Для обеспечения студентов информационными ресурсами используется электронная информационная библиотечная система (далее – ЭБС) для доступа к изданиям научной тематики в электронном виде, со всех компьютеров МГУ имени М.В.Ломоносова открыт доступ к полным текстам научных журналов и книг, полное описание ЭБС приведено на официальном сайте МГУ имени М.В.Ломоносова (<https://www.msu.ru/resources/electron.html>).

Облачное виртуальное хранилище данных и система виртуального хостинга факультета обладает вычислительными мощностями, которые обеспечивают одновременное подключение и обслуживание запросов более чем 10000 пользователей.

3.4.1. Партнерство с образовательными организациями

Для выполнения цели и задач Программы развития, направленных на выполнение установленных показателей предоставления гранта путем достижения высокого уровня подготовки специалистов в области искусственного интеллекта, разработанные образовательные программы по искусственному интеллекту и их отдельные модули планируется реализовать не

менее чем 5 региональными партнерами образовательными организациями высшего образования в субъекте Российской Федерации.

С этой целью МГУ имени М.В.Ломоносова получены письма от следующих региональных партнеров, подтверждающие, что в рамках проведения конкурса и выполнения работ по реализации Программы развития региональный партнер является региональным партнером исключительно для МГУ имени М.В.Ломоносова.

1. Дальневосточный федеральный университет;
2. Пермский государственный национальный исследовательский университет;
3. Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики;
4. Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта;
5. Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова;
6. Тульский государственный университет;
7. Вологодский государственный университет;
8. Тверской государственный университет.

4. Направления расходования средств гранта в рамках реализации Программы

Таблица 1 – Направления расходования средств гранта – размер потребности в средствах гранта для каждого финансового года.

№ п/п	Направления расходов	Объем финансирования, млн рублей			
		Итого	Средства гранта	Собственные средства	Привлеченные средства
2021 г.					
1.	Расходы на оплату труда работников, связанных с выполнением работ, соответствующих целям предоставления гранта (не более 70 процентов средств гранта) (средняя заработная плата одного сотрудника, выполняющего работы соответствующие целям предоставления гранта не должна превышать размера среднемесячной начисляемой заработной платы по виду экономической деятельности «Образование профессиональное» по Российской Федерации, исчисляемой по данным Федеральной службы государственной статистики за предыдущий финансовый год)	15,47	15,47	0,00	0,00
2.	Расходы на оплату договоров на выполнение работ, непосредственно	6,63	6,63	0,00	0,00

	соответствующих целям предоставления гранта (не более 30 процентов средств гранта) (средняя заработная плата одного сотрудника, выполняющего работы соответствующие целям предоставления гранта не должна превышать размера среднемесячной начисляемой заработной платы по виду экономической деятельности «Образование профессиональное» по Российской Федерации, исчисляемой по данным Федеральной службы государственной статистики за предыдущий финансовый год)				
2022 г.					
1.	Расходы на оплату труда работников, связанных с выполнением работ, соответствующих целям предоставления гранта (не более 70 процентов средств гранта) (средняя заработная плата одного сотрудника, выполняющего работы соответствующие целям предоставления гранта не должна превышать размера среднемесячной начисляемой заработной платы по виду экономической деятельности «Образование профессиональное» по Российской Федерации, исчисляемой по данным Федеральной службы государственной	4,55	4,55	0,00	0,00

	статистики за предыдущий финансовый год)				
2.	Расходы на оплату договоров на выполнение работ, непосредственно соответствующих целям предоставления гранта (не более 30 процентов средств гранта) (средняя заработная плата одного сотрудника, выполняющего работы соответствующие целям предоставления гранта не должна превышать размера среднемесячной начисляемой заработной платы по виду экономической деятельности «Образование профессиональное» по Российской Федерации, исчисляемой по данным Федеральной службы государственной статистики за предыдущий финансовый год)	1,95	1,95	0,00	0,00
2023 г.					
1.	Расходы на оплату труда работников, связанных с выполнением работ, соответствующих целям предоставления гранта (не более 70 процентов средств гранта) (средняя заработная плата одного сотрудника, выполняющего работы соответствующие целям предоставления гранта не должна превышать размера среднемесячной начисляемой заработной платы по виду экономической	4,27	4,27	0,00	0,00

	деятельности «Образование профессиональное» по Российской Федерации, исчисляемой по данным Федеральной службы государственной статистики за предыдущий финансовый год)				
2.	Расходы на оплату договоров на выполнение работ, непосредственно соответствующих целям предоставления гранта (не более 30 процентов средств гранта) (средняя заработная плата одного сотрудника, выполняющего работы соответствующие целям предоставления гранта не должна превышать размера среднемесячной начисляемой заработной платы по виду экономической деятельности «Образование профессиональное» по Российской Федерации, исчисляемой по данным Федеральной службы государственной статистики за предыдущий финансовый год)	1,83	1,83	0,00	0,00
2024 г.					
1.	Расходы на оплату труда работников, связанных с выполнением работ, соответствующих целям предоставления гранта (не более 70 процентов средств гранта) (средняя заработная плата одного сотрудника, выполняющего работы	2,31	2,31	0,00	0,00

	соответствующие целям предоставления гранта не должна превышать размера среднемесячной начисляемой заработной платы по виду экономической деятельности «Образование профессиональное» по Российской Федерации, исчисляемой по данным Федеральной службы государственной статистики за предыдущий финансовый год)				
2.	Расходы на оплату договоров на выполнение работ, непосредственно соответствующих целям предоставления гранта (не более 30 процентов средств гранта) (средняя заработная плата одного сотрудника, выполняющего работы соответствующие целям предоставления гранта не должна превышать размера среднемесячной начисляемой заработной платы по виду экономической деятельности «Образование профессиональное» по Российской Федерации, исчисляемой по данным Федеральной службы государственной статистики за предыдущий финансовый год)	0,99	0,99	0,00	0,00
Всего		38,00	38,00	0,00	0,00

5. Ожидаемые результаты реализации Программы в рамках предоставленного гранта

Таблица 2 – Показатели, необходимые для достижения результата предоставления гранта

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Количественное значение показателя					
			2020 г. (факт)	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Всего за период 2021 – 2024 гг.
1.	Разработка и утверждение не менее 2 программ бакалавриата по искусственному интеллекту (далее – ИИ)	Единица	0	0	1	1	0	2
2.	Разработка и утверждение не менее 4 программ магистратуры по ИИ	Единица	2	4	0	0	0	4
3.	Реализация разработанных программ бакалавриата по ИИ не менее чем 1 образовательной организации высшего	Единица	0	0	0	1	1	1

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Количественное значение показателя					
			2020 г. (факт)	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Всего за период 2021 – 2024 гг.
	образования							
4.	Реализация разработанных программ магистратуры по ИИ не менее чем 4 образовательных организаций высшего образования	Единица	0	0	4	4	4	4
5.	Поступление на обучение по программам магистратуры по ИИ не менее 600 лиц	Человек	0	0	200	200	200	600
6.	Поступление на обучение по программам бакалавриата по ИИ не менее 300 лиц	Человек	0	0	0	100	200	300
7.	Реализация разработанных образовательных	Единица	0	5	5	5	5	5

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Количественное значение показателя					
			2020 г. (факт)	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Всего за период 2021 – 2024 гг.
	программ по ИИ и их отдельных модулей не менее чем 5 партнерами образовательными организациями высшего образования в субъекте Российской Федерации, за исключением гг. Москвы и Санкт-Петербурга							
8.	Повышение квалификации в сфере ИИ в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования по ИИ не менее чем 336	Человек	0	0	120	108	108	336

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Количественное значение показателя					
			2020 г. (факт)	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Всего за период 2021 – 2024 гг.
	педагогических работников образовательных организаций высшего образования							
9.	Не менее 5 региональных партнеров	Единица	0	5	5	5	5	5

6. План-график реализации Программы

Таблица 3 – План-график реализации Программы развития

№ п/п	Наименование мероприятия/ контрольной точки	Ответственный исполнитель	Срок		Ожидаемый результат (краткое описание)	Связь с показателями Программы развития
			начала реализации ¹	окончания реализации		
Результат предоставления гранта:						
1.	Разработка и реализация не менее 4 программ магистратуры по искусственному интеллекту					
1.1.	Разработка и реализация программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»	Антоненко В.А.	с даты заключения Соглашения	30.11.2024	Утвержденная программа магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»	Пункты 2, 4, 5, 7, 9
1.1.1.	Контрольная точка 1. Разработка и утверждение программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы	Антоненко В.А.	х	15.10.2021	Утвержденная программа магистратуры по искусственному интеллекту по направлению:	Пункт 2

¹ Для контрольных точек указывается только срок достижения (окончания) контрольной точки

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»				«Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»	
1.1.2.	Контрольная точка 2. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных» не менее чем 1 образовательной организацией	Антоненко В.А.	х	01.10.2022	Не менее 1 образовательной организации реализуют программу магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»	Пункт 4
1.1.3.	Контрольная точка 3. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению:	Антоненко В.А.	х	30.11.2022	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по	Пункты 4, 5, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	«Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»				направлению: «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»	
1.1.4.	Контрольная точка 4. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»	Антоненко В.А.	х	30.11.2023	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»	Пункты 4, 5, 7, 9
1.1.5.	Контрольная точка 5. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Перспективные методы	Антоненко В.А.	х	30.11.2024	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению:	Пункты 4, 5, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»				«Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных»	
1.2.	Разработка и реализация программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Чижов И.В.	с даты заключения Соглашения	30.11.2024	Утвержденная программа магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Пункты 2, 4, 5, 7, 9
1.2.1.	Контрольная точка 1. Разработка и утверждение программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Чижов И.В.	х	15.10.2021	Утвержденная программа магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Пункт 2
1.2.2.	Контрольная точка 2. Реализация процесса обучения по программе	Чижов И.В.	х	01.10.2022	Не менее 1 образовательной организации	Пункт 4

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности» не менее чем 1 образовательной организацией				реализуют программу магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	
1.2.3.	Контрольная точка 3. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Чижев И.В.	х	30.11.2022	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Пункты 4, 5, 7, 9
1.2.4.	Контрольная точка 4. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Чижев И.В.	х	30.11.2023	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный	Пункты 4, 5, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
					интеллект в кибербезопасности»	
1.2.5.	Контрольная точка 5. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Чижов И.В.	х	30.11.2024	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Искусственный интеллект в кибербезопасности»	Пункты 4, 5, 7, 9
1.3.	Разработка и реализация программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	Боков Г.В.	с даты заключения Соглашения	30.11.2024	Утвержденная программа магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	Пункты 2, 4, 5, 7, 9
1.3.1.	Контрольная точка 1. Разработка и утверждение программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы.	Боков Г.В.	х	15.10.2021	Утвержденная программа магистратуры по искусственному интеллекту по направлению:	Пункт 2

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	Теория и приложения»				«Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	
1.3.2.	Контрольная точка 2. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения» не менее чем 1 образовательной организацией	Боков Г.В.	х	01.10.2022	Не менее 1 образовательной организации реализуют программу магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	Пункт 4
1.3.3.	Контрольная точка 3. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	Боков Г.В.	х	30.11.2022	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	Пункты 4, 5, 7, 9
1.3.4.	Контрольная точка 4. Реализация процесса	Боков Г.В.	х	30.11.2023	Набор и обучение студентов по	Пункты 4, 5, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»				программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	
1.3.5.	Контрольная точка 5. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	Боков Г.В.	х	30.11.2024	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Интеллектуальные системы. Теория и приложения»	Пункты 4, 5, 7, 9
1.4.	Разработка и реализация программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»	Семенов А.Л.	с даты заключения Соглашения	30.11.2024	Утвержденная программа магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный	Пункты 2, 4, 5, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
					интеллект»	
1.4.1.	Контрольная точка 1. Разработка и утверждение программы магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»	Семенов А.Л.	х	15.10.2021	Утвержденная программа магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»	Пункт 2
1.4.2.	Контрольная точка 2. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект» не менее чем 1 образовательной организацией	Семенов А.Л.	х	01.10.2022	Не менее 1 образовательной организации реализуют программу магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»	Пункт 4
1.4.3.	Контрольная точка 3. Реализация процесса обучения по программе	Семенов А.Л.	х	30.11.2022	Набор и обучение студентов по программе	Пункты 4, 5, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»				магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»	
1.4.4.	Контрольная точка 4. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»	Семенов А.Л.	х	30.11.2023	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»	Пункты 4, 5, 7, 9
1.4.5.	Контрольная точка 5. Реализация процесса обучения по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые технологии и искусственный интеллект»	Семенов А.Л.	х	30.11.2024	Набор и обучение студентов по программе магистратуры по искусственному интеллекту по направлению: «Цифровые	Пункты 4, 5, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
					технологии и искусственный интеллект»	
2.	Разработка и реализация не менее 2 программ бакалавриата по искусственному интеллекту					
2.1.	Разработка и реализация программы бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	Якушин А.В.	15.10.2021	15.10.2024	Утвержденная программа бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	Пункты 1, 3, 6, 7, 9
2.1.1.	Контрольная точка 1. Разработка и утверждение программы бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	Якушин А.В.	х	15.10.2022	Утвержденная программа бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	Пункт 1
2.1.2.	Контрольная точка 2. Реализация процесса обучения по программе бакалавриата по искусственному интеллекту	Якушин А.В.	х	01.10.2023	Не менее 1 образовательной организации реализуют программу	Пункт 3

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	по направлению: «Прикладная математика и информатика» не менее чем 1 образовательной организацией				бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	
2.1.3.	Контрольная точка 3. Реализация процесса обучения по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	Якушин А.В.	х	30.11.2023	Набор и обучение студентов по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	Пункты 3, 6, 7, 9
2.1.4.	Контрольная точка 4. Реализация процесса обучения по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	Якушин А.В.	х	30.11.2024	Набор и обучение студентов по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Прикладная математика и информатика»	Пункты 3, 6, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
2.2.	Разработка и реализация программы бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	Якушин А.В.	15.10.2021	15.10.2024	Утвержденная программа бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	Пункты 1, 3, 6, 7, 9
2.2.1	Контрольная точка 1. Разработка и утверждение программы бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	Якушин А.В.	х	15.10.2022	Утвержденная программа бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	Пункт 1
2.2.2.	Контрольная точка 2. Реализация процесса обучения по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная	Якушин А.В.	х	01.10.2023	Не менее 1 образовательной организации реализуют программу бакалавриата по искусственному	Пункт 3

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	информатика и информационные технологии» не менее чем 1 образовательной организацией				интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	
2.2.3.	Контрольная точка 3. Реализация процесса обучения по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	Якушин А.В.	х	30.11.2023	Набор и обучение студентов по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	Пункты 3, 6, 7, 9
2.2.4.	Контрольная точка 4. Реализация процесса обучения по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	Якушин А.В.	х	30.11.2024	Набор и обучение студентов по программе бакалавриата по искусственному интеллекту по направлению: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»	Пункты 3, 6, 7, 9

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
					технологии»	
3.	Повышение квалификации в сфере искусственного интеллекта не менее 336 педагогических работников образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования по искусственному интеллекту	Якушин А.В. Семенов А.Л.	01.01.2022	30.11.2024	Повышена квалификация не менее 336 педагогических работников образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования по искусственному интеллекту	Пункт 8
3.1.	Контрольная точка 1. Повышение квалификации в сфере искусственного интеллекта не менее 120 педагогических работников образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по утвержденным программам	Якушин А.В. Семенов А.Л.	х	30.11.2022	Повышена квалификация не менее 120 педагогических работников образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по	Пункт 8

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	высшего образования по искусственному интеллекту				утвержденным программам высшего образования по искусственному интеллекту	
3.2.	Контрольная точка 2. Повышение квалификации в сфере искусственного интеллекта не менее 108 педагогических работников образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования по искусственному интеллекту	Якушин А.В. Семенов А.Л.	х	30.11.2023	Повышена квалификация не менее 108 педагогических работников образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования по искусственному интеллекту	Пункт 8
3.3.	Контрольная точка 3. Повышение квалификации в сфере искусственного интеллекта не менее 108 педагогических работников	Якушин А.В. Семенов А.Л.	х	30.11.2024	Повышена квалификация не менее 108 педагогических работников	Пункт 8

№ п/п	Наименование	Ответственный	Срок		Ожидаемый	Связь с
	образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования по искусственному интеллекту				образовательных организаций высшего образования в целях преподавания по утвержденным программам высшего образования по искусственному интеллекту	

И.о. ректора



[Handwritten signature in blue ink]

М.П.

С.Ю. Егоров

[Handwritten signature in blue ink]