

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.03.2026 13:03:15
Уникальный программный ключ:
с6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaa51e7232a3a2

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
Высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 5

заседания учебно-методического совета от 26 декабря 2022 года.

ПОВЕСТКА:

Рассмотрение дополнительных общеобразовательных и профессиональных программ.

Проректор по учебной работе А. А. Воронов.

СЛУШАЛИ: директора Физтех-школы прикладной математики и информатики
А.М. Райгородского.

ПОСТАНОВИЛИ:

Рекомендовать к утверждению в установленном порядке программу профессиональной переподготовки «Machine Learning Engineer».

Решение принято единогласно.

Форма проведения заседания: заочная.

Председатель УМС МФТИ

А.А. Воронов

Ученый секретарь УМС МФТИ

М.В. Березникова

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

д-р физ.-мат. наук



Д. В. Ливанов

« 26 » декабря 2022 г.

**Дополнительная профессиональная программа
Программа профессиональной переподготовки
«Machine Learning Engineer»**

Москва 2022

Оглавление

1. Рабочая группа	2
2. Профессиональные стандарты, учтённые в содержании программы	2
3. Квалификационные требования, учтённые в содержании программы	2
4. Требования федерального государственного стандарта высшего образования, на основании которых была разработана программа	2
5. Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации.	2
6. Характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и (или) перечень компетенций, формирующихся в результате освоения программы	3
7. Цель программы	4
8. Планируемые результаты обучения по программе	4
9. Учебный план	4
10. Календарный учебный график	5
11. Рабочие программы (учебная программа)	5
12. Организационно-педагогические условия реализации дополнительной профессиональной программы	6
12.1. Требования к квалификации педагогических кадров/представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса	6
12.2. Требования к материально-техническим условиям	6
12.3. Требования к информационным и учебно-методическим условиям*	6
12.4. Общие требования к организации образовательного процесса*	6
13. Формы аттестации и оценочные материалы по программе	7

1. Рабочая группа

С целью повышения качества дополнительной профессиональной программы (ДПП) с учетом требований профессиональных стандартов (ПС) в группу разработчиков входили*:

Райгородский Андрей Михайлович

Доктор физико-математических наук, директор ФПМИ МФТИ

Ивченко Олег Николаевич

заместитель заведующего кафедры АТП ФПМИ

Благодарный Евгений Владимирович

заведующий учебно-методической лабораторией инноватики ФПМИ

Иванова Анастасия Сергеевна

руководитель проектов учебно-методической лаборатории инноватики ФПМИ

2. Профессиональные стандарты, учтённые в содержании программы

Настоящая дополнительная профессиональная программа (ДПП) разработана с учётом соответствующих ей профессиональных стандартов (ПС) из национального реестра профессиональных стандартов. Профессиональные стандарты (ПС), связанные с настоящей ДПП:

ПС 06.042 Специалист по большим данным

3. Квалификационные требования, учтённые в содержании программы

Квалификационные требования, учтённые в содержании программы, указаны в описании должностей единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих. Причём учтены требования должностей, указанных в дополнительных характеристиках отобранных для данной программы ОТФ (п. 5. настоящего документа), которые приведены в указанных в п. 2. настоящего документа профессиональных стандартах (ПС) в строке «ЕТКС или ЕКС». Квалификационные требования инкорпорированы в настоящий документ путем отсылки и являются его неотъемлемой частью.

4. Требования федерального государственного стандарта высшего образования, на основании которых была разработана программа

Настоящей дополнительной профессиональной программе соответствует федеральный государственный стандарт высшего образования (ФГОС ВО): *ФГОС 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»*

Настоящая дополнительная профессиональная программа разработана на основании требований указанного ФГОС ВО.

Полный перечень требований приведён в тексте указанного ФГОС ВО, инкорпорирован в настоящий документ путём отсылки и является его неотъемлемой частью.

5. Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации.

«Программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации (часть 5 статьи 76 Федерального закона N 273-ФЗ). Для их определения и

может использоваться ПС. При этом необходимо учесть различия терминологии, используемой в образовании и в профессиональных стандартах, о которых говорилось выше. Вид профессиональной деятельности, квалификация, упоминаемые в цитируемой статье закона, в ПС в большинстве случаев соответствуют ОТФ, иногда - ТФ.»¹,

Новые квалификации (ОТФ/ТФ) и их уровни:

ПС 06.042 Специалист по большим данным

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
А	Анализ больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры	6	Выявление, формирование и согласование требований к результатам аналитических работ с применением технологий больших данных	А/01.6	6
			Планирование и организация аналитических работ с использованием технологий больших данных	А/02.6	6
			Подготовка данных для проведения аналитических работ по исследованию больших данных	А/03.6	6
			Проведение аналитического исследования с применением технологий больших данных в соответствии с	А/04.6	6

¹ Письмо Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2015 г. N ВК-1032/06 "О направлении методических рекомендаций"

			требованиями заказчика		
В	Управление этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа больших данных в организации	7	Анализ потребности заинтересованных лиц и/или подразделений организации в исследовании больших данных	В/01.7	7
			Разработка и согласование технического задания на создание методической и технологической инфраструктуры больших данных	В/02.7	7
			Разработка и согласование технического проекта методической и технологической инфраструктуры больших данных	В/03.7	7
			Разработка, согласование и управление реализацией рабочего проекта методической и технологической инфраструктуры больших данных	В/04.7	7
			Управление получением, хранением, передачей, обработкой больших данных	В/05.7	7
			Управление отношениями с поставщиками данных и пользователями	В/06.7	7

			аналитики больших данных		
			Управление качеством больших данных	V/07.7	7
			Управление защитой и обеспечением конфиденциальности больших данных	V/08.7	7
			Управление персоналом, обеспечивающим работу с большими данными	V/09.7	7
			Стратегическое управление развитием методологической и технологической инфраструктуры анализа больших данных в организации	V/10.7	7
C	Управление разработкой продуктов, услуг и решений на основе больших данных	8	Разработка продуктов на основе встроенной аналитики больших данных	C/01.8	8
			Разработка сервисов на основе аналитики больших данных	C/02.8	8
			Разработка инфраструктурных решений на основе аналитики больших данных	C/03.8	8
D	Разработка и внедрение новых методов и технологий	8	Совершенствование и разработка новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и	D/01.8	8

	исследования больших данных		инструментальных средств работы с большими данными		
			Проведение испытаний и разработка рекомендаций по внедрению и использованию усовершенствованных или разработанных новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с большими данными		

Характеристики данных ОТФ/ТФ приведены в профессиональном стандарте (ПС), указанном в п. 2. настоящего документа. инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

Связанные виды профессиональной деятельности (ВПД):

научно-исследовательская;
проектная;
производственно-технологическая;
организационно-управленческая;
педагогическая.

Характеристика данных ВПД приведена в федеральном государственном стандарте высшего образования (ФГОС ВО), указанном в п. 4. настоящего документа, инкорпорирована в настоящий документ путём отсылки, и является его неотъемлемой частью. Указанные ВПД, освоение которых предусмотрено указанным ФГОС ВО, являются «сквозными» и служат основой овладения выбранной квалификацией (ОТФ/ТФ).

ТФ, связанные с указанными в настоящем пункте ОТФ (в случае их указания), а также их характеристики приведены в профессиональном стандарте (ПС), указанном в п. 2. настоящего документа. инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

6. Характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и (или) перечень компетенций, формирующихся в результате освоения программы

Учитывая, что слушатели программы уже освоили или осваивают основную профессиональную образовательную программу, в том числе общие компетенции, соответствующего уровня профессионального образования, компетенции формирующиеся в результате освоения настоящей программы и компетенции подлежащие совершенствованию, а также их характеристика, представлены в ФГОС, указанном в п. 4. настоящего документа, инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

Данные компетенции указанного ФГОС ВО служат основой определения результатов обучения по программе.

7. Цель программы

Реализация программы профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации.

В соответствии с Письмом Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2015 г. N ВК-1032/06 «О направлении методических рекомендаций», цель представляет собой осознанное представление (предвосхищение) результата деятельности. Планируемые результаты отражены ниже.

8. Планируемые результаты обучения по программе

Планируемые результаты обучения соответствуют результатам освоения соответствующей основной профессиональной образовательной программы, а также направлены на приобретение новой квалификации, требующей изменение направленности (профиля) или специализации в рамках направления подготовки (специальности) полученного ранее профессионального образования, определены на основе профессиональных компетенций соответствующего федерального государственного образовательного стандарта, указанного в п. 4. настоящего документа.

Имеющаяся квалификация и (или) уровень образования (требования к слушателям):

Высшее и незаконченное высшее образование

Новые виды профессиональной деятельности, и ПК соответствующие им, которые планируются к получению в результате обучения по настоящей программе, а также их характеристики, представлены в ФГОС, указанном в п. 4. настоящего документа, инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

Выпускник также должен обладать прочими компетенциями в соответствии с указанным ФГОС, которые приведены и охарактеризованы в нём, инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

Новые квалификации (ОТФ/ТФ), планируемые к приобретению в результате обучения по настоящей программе, приведены и охарактеризованы в п. 5. настоящего документа.

Приведённая информация о цели и результатах обучения является основой для разработки рабочих программ, оценочных материалов и иных компонентов дополнительной профессиональной программы.

9. Учебный план

№ п/п*	Наименование Модулей, дисциплин	Всего, час.	В том числе:				
			Лекции и	Практически е занятия (семинары)	Самостоятел ьная работа	Подготовка к аттестации	Форма контроля

1	Анализ изображений	135	30	15	5	0	аттестация
2	Natural Language Processing	90	30	15	45	0	аттестация
3	Машинное обучение на больших объемах данных	90	15	0	45	30	аттестация
4	Итоговой квалификационной работы	35					
	Итого	350					

* Слушатели могут проходить модули в произвольном порядке

Срок освоения настоящей программы профессиональной переподготовки превышает минимально допустимый срок освоения 250 часов (либо другой установленный актуальными нормативными документами соответствующего Министерства срок) или равен ему.

10. Календарный учебный график

Модуль 1: Анализ изображений

	<i>Обучение по установленной форме: очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий</i>			
	Количество академических часов: 90			
Порядковый № занятия (по горизонтали)	1	2	3	4
Лекции	6	8	8	8
Практические	3	4	4	4
Самостоятельные	5	18	18	19

Подготовка к аттестации	30
-------------------------	----

Модуль 2: Natural Language Processing

	Обучение по установленной форме: <i>очная, с применением дистанционных технологий</i>														
	Количество академических часов: 90														
Порядковый № занятия (по горизонтали)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
лекции	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
практические	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
самостоятельные	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Итого	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Модуль 3: Машинное обучение на больших объёмах данных

1.

	Обучение по установленной форме: <i>очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий</i>			
	Количество академических часов: 90			
Порядковый № занятия (по горизонтали)	1	2	3	4
Лекции	4	4	4	4

Практические	4	4	4	4
Самостоятельные	10	10	8	6
Подготовка к аттестации	24			

11. Рабочие программы (учебная программа)

Модуль 1: Анализ изображений

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в анализ изображений. Основы обработки изображений	6	3		5
2	Выделение базовых объектов на изображениях. Геометрические модели сопоставления изображений	8	4		18
3	Основы машинного обучения. Обнаружение объектов	8	4		18
4	Нейросетевые подходы к анализу изображений. Основные задачи и алгоритмы	8	4		19
Итого часов		30	15		60
Подготовка к аттестации		30 час.			

Модуль 2: Natural Language Processing

Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
	Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
Введение в обработку текстов	2		1	3
Методы сбора и хранения данных	2		1	3
Частотный анализ текстов	2		1	3
Морфологический анализ и разрешение неоднозначности	2		1	3
Синтаксический анализ. Универсальные зависимости	2		1	3
Выделение ключевых слов и словосочетаний	2		1	3
Векторная модель текста и слова, методы снижения размерности	2		1	3
Классификация текстов	2		1	3
Языковые модели	2		1	3
Классификация последовательностей	2		1	3
Суммаризация текстов, вопросно-ответные системы	2		1	3
Исправление опечаток	2		1	3
Обработка речи, речевые технологии	2		1	3
Информационный поиск	2		1	3
Мультимодальная обработка текстов	2		1	3
Итого часов	30		15	45
Общая трудоёмкость	90 час.			

Модуль 3: Машинное обучение на больших объёмах данных

№	Наименование	Всего,	в том числе:
---	--------------	--------	--------------

п/п	модулей	Час*.	Лекции	практические занятия (семинары)	самостоятельная работа	Форма аттестации
1	Рекомендательные системы на больших данных	40	8	8	24	аттестация
2	Анализ эпидемиологических графов	36	7	7	22	аттестация
3	Тематическое моделирование на больших данных	14	2	2	10	аттестация
	Итого:	90	17	17	36	аттестация

Содержание дополнительной профессиональной программы направлено на достижение результатов её целей (планируемых результатов).

12. Организационно-педагогические условия реализации дополнительной профессиональной программы

12.1. Требования к квалификации педагогических кадров/представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса

Требования к образованию педагогических и иных работников, а также (при наличии) требования к освоению ими дополнительных профессиональных программ, опыту работы в области профессиональной деятельности, соответствующей направленности ДПП: *высшее образование, трудовой и (или) педагогический стаж от полугода, наличие опыта практической работы в сфере деятельности, совпадающей с направлением преподавания.*

12.2. Требования к материально-техническим условиям

Перечень кабинетов, лабораторий, мастерских, тренажеров и др., обеспечивающих проведение всех предусмотренных программой видов занятий:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Система дистанционного обучения провайдера массовых открытых онлайн курсов	Лекции	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Преподавателю необходимо оборудование для проведения дистанционных семинаров (вебинаров),

		качественный отказоустойчивый доступ в сеть интернет.
Информационно-коммуникационная платформа дистанционных семинаров	Практические занятия (дистанционные семинары)	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Преподавателю программы необходимо оборудование для проведения дистанционных семинаров (вебинаров), качественный отказоустойчивый доступ в сеть интернет.
Система дистанционного обучения провайдера массовых открытых онлайн курсов	Самостоятельная работа	Наличие компьютера и доступа в сеть интернет.
Система дистанционного обучения провайдера массовых открытых онлайн курсов	Промежуточный, рубежный контроль, Итоговая аттестация	Наличие компьютера и доступа в сеть интернет.

12.3. Требованиям к информационным и учебно-методическим условиям

Модуль 1: Анализ изображений

Основная литература:

Компьютерное зрение. Современный подход, Дэвид Форсайт, Жан Понс, Вильямс, 2004

Computer vision. algorithms and applications, Richard Szeliski, Springer, 2011

Computer vision: models, learning, and inference, Simon Prince, Cambridge University Press, 2012

Глубокое обучение, Ян Гудфеллоу, Иошуа Бенджио, Аарон Курвилль, ДМК Пресс, 2017

Дополнительная литература:

Multiple view geometry in computer vision, Richard Hartley, Andrew Zisserman, Cambridge University Press, 2004

Компьютерное зрение [Текст] : учеб. пособие для вузов / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; пер. с англ. А. А. Богуславского ; под ред. С. М. Соколова .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006 .— 752 с.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. По каждой теме курса рекомендуется обзорно изучить материал из списка основной литературы
2. Для практического закрепления навыков решения задач анализа изображений следует разбирать примеры скриптов на языке Python с занятий и решать данные на занятиях задачи
3. При желании приобрести дополнительные теоретические знания по темам, смежным с темой курса, можно обратиться к списку дополнительной литературы.
4. При готовности приобрести дополнительные практические знания по теме курса можно обратиться к любым доступным в интернете материалам прочих курсов по анализу изображений, либо получить индивидуальное задание у лектора.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”, необходимых для освоения дисциплины (модуля):

github.com

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

Установленное ПО на каждом компьютере: интерпретатор python 3.8.6 и модулями numpy, opencv-python 4.4, pytorch, matplotlib, scikit-learn, pytest

Модуль 2: Natural Language Processing

Основная литература: не предусмотрено

Дополнительная литература: не предусмотрено

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”, необходимых для освоения дисциплины (модуля):

Не используется

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций

Модуль 3: Машинное обучение на больших объёмах данных

Основная литература

1. Методы и средства вычислений с объектами. Аппликативные вычислительные системы [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. Э. Вольфенгаген ; Ин-т актуального образования <ЮрИнфоР-МГУ>, Каф. перспективных компьютерных исследований и информационных технологий .— М. : JurInfoR, 2004 .— 789 с. — (Компьютерные науки и информационные технологии). - 2000 экз. - ISBN 5-89158-100-0 (в пер.) .

2. Комбинаторная логика в программировании. Вычисления с объектами в примерах и задачах [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. Э. Вольфенгаген ; НОУ Ин-т Актуального образования "ЮрИнфоР-МГУ, Каф. перспективных компьт. исслед. и информ. технологий .— 3-е изд., доп. и перераб. — М. : Ин-т "ЮрИнфоР-МГУ, 2008 .— 384 с.

3. Нейронные сети [Текст] : полный курс / С. Хайкин ; пер. с англ. Н. Н. Куусуль, А. Ю. Шелестова ; под ред. Н. Н. Куусуль .— 2-е изд., испр. — М. : Вильямс, 2006 .— 1103 с.

Дополнительная литература

1. Прикладная статистика. Принципы и примеры [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Д. Кокс, Э. Снелл ; пер. с англ. Е. В. Чепурина ; под ред. Ю. К. Беляева .— М. : Мир, 1984 .— 200 с.

2. Параллельное программирование многопоточных систем с разделяемой памятью [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Г. Тормасов .— М : Физматкнига, 2014 .— 208 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”, необходимых для освоения дисциплины (модуля):

<https://www.coursera.org/specializations/big-data-engineering> - специализация из 5 курсов, посвящённая тематике обработки больших данных

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):
Не предусмотрено.

12.4. Общие требования к организации образовательного процесса*

Форма обучения – очная, с применением дистанционных технологий

Режим обучения – 1 раз(а) в неделю по 2 академических часа.

Преподаватель проводит практические занятия: дистанционно в форме вебинаров с использованием платформы ZOOM (или аналогичной).

Самостоятельная работа выполняется слушателем: в удобном для слушателя режиме

В Таблице ниже описаны образовательные технологии.

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	Изложение материала посредством лекций, обсуждение общих вопросов по тематике курса.	Ознакомление слушателей с базовым материалом по тематике курса.
2	Практическое занятие	Выполнение практических заданий, получение обратной связи от преподавателя.	Практическое освоение теоретических знаний, разбор ситуаций, а также углубление знаний по курсу
3	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение дополнительных материалов и литературы. Выполнение тренировочных тестов и заданий.	Углубление знаний по курсу. Применение знаний к своей организации / проекту.
4	Выполнение контрольных	Выполнение тестов, проверочных заданий.	Практическое освоение теоретических знаний,

	заданий		контроль освоения материалов.
5	Итоговая аттестация	Подготовка итоговой квалификационной работы.	Практическое освоение теоретических знаний, контроль освоения материалов. Получение практического результата в своих организациях / проектах.

13. Формы аттестации и оценочные материалы по программе

Оценка качества освоения программы проводится по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» по результатам промежуточного контроля (тестирование, проверочные задания), контроля посещаемости практических занятий (вебинаров) и результатам итоговой аттестации.

После аттестации слушатель получает оценку «отлично», если набрано не меньше 80% баллов от возможного максимума, «хорошо», если набрано не меньше 65%, «удовлетворительно», если набрано не меньше 40%, в противном случае слушатель курс не сдает.

Результат тестирования, решения проверочных заданий и написания кода проверяется автоматически системой на образовательной платформе. Итоговая аттестационная работа проверяется преподавателем

Составляющие процесса обучения, которые оцениваются в ходе обучения, и их вклад в итоговую оценку представлены в Таблице ниже.

Таблица – Составляющие процесса обучения

№ п/п	Основные показатели оценки	Вклад в итоговую оценку
1	Основной курс обучения на образовательной платформе	50%
2	Практические занятия	10%
3	Итоговая аттестационная работа	40%

Оценочные материалы:

Пример тестового задания к модулю 1: Анализ изображений

Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Письменная работа:

Распознавание лиц

Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Операция свёртки и её свойства. Фильтры, представимые в виде свертки
2. Базовая обработка изображений: тональная коррекция, шумоподавление
3. Нелинейные фильтры. Математическая морфология
4. Преобразование Хафа и БПХ.

5. Поиск краев на изображении. Детектор Canny
6. Сегментация и бинаризация изображения. Текстура
7. Детектирование углов. Детектор Харриса. Детектор Харриса-Лапласа
8. Детектирование блоков. Лапласиан гауссианы и разность гауссиан
9. Дескриптор SIFT. Гистограмма ориентированных градиентов
10. Геометрические модели. Метод наименьших квадратов, его связь с сингулярным разложением. Робастные методы оценки параметров модели
11. Основы машинного обучения. Градиентный спуск
12. Линейные классификаторы. Метод опорных векторов
13. Деревья принятия решений, градиентный бустинг, AdaBoost
14. Метод Виолы-Джонса и дальнейшее его развитие
15. Устройство нейронных сетей. Виды слоев. Регуляризация
16. Нейронные сети. Алгоритм обратного распространения ошибки
17. Сверточные нейронные сети. Блоки нейронных сетей. Локальная нормализация, батч-нормализация
18. Основные архитектуры сверточных нейронных сетей. Inception, VGG, ResNet
19. Нейронные сети для распознавания лиц

Пример тестового задания к модулю 2: Natural Language Processing

Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Методы распознавания именованных сущностей в текстах
2. Автоматическое выявление терминов и терминологических связей в тексте
3. Исследование современных языковых моделей для задач семантической классификации
4. Исследование методов создания вопросно-ответных систем: IR based QA vs KB based QA

Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Приведите примеры использования технологий обработки текстов, с которыми вы сталкиваетесь в повседневной жизни
2. Напишите регулярное выражение для извлечения дат
3. Сформулируйте законы Хипса и Ципфа
4. Дайте определение скрытой Марковской цепи и покажите, как она может быть использована для разрешения морфологической омонимии
5. Перечислите несколько коэффициентов считаемости биграмм
6. Почему возникает необходимость в снижении размерности в векторной модели
7. Как устроен алгоритм обучения word2vec?
8. Что такое латентное размещение Дирихле?
9. Методы классификации текстов
10. Как формулируется задача классификации последовательности?
11. Как сгенерировать текст с помощью счетной языковой модели?
12. Как сгенерировать текст с помощью нейронной вероятностной языковой модели?
13. Как формулируется задача заполнения слотов для чат-ботов?
14. Связь модели зашумленного канала и языковой модели

15. Назовите несколько мер релевантности в задаче поиска

Пример тестового задания к модулю 3: Машинное обучение на больших объёмах данных

Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к контролю

1. Какие способы построения рекомендательных систем Вы знаете? Кратко опишите каждый из них.
2. Обработка естественного языка: примеры задач, этапы решения задач естественного языка.
3. Обработка естественного языка: применение регулярных, контекстно-свободных, контекстно-зависимых грамматик.

Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1) Анализ эпидемиологических графов

1. Big Data Graph Processing Frameworks. What are some common frameworks for data graph processing, and what are their main features?
2. Scalable Graph Algorithms. What are some common graph algorithms used for processing, and how do they differ in terms of scalability and efficiency?
3. Large Graph Visualization. What are some common methods used to visualize large graphs and what are their advantages and disadvantages?
4. Efficient Training for Graph Neural Networks. What are some common techniques to train graph neural networks, and how do they differ in terms of efficiency and accuracy?

2) Рекомендательные системы

1. Какие способы построения рекомендательных систем Вы знаете? Кратко опишите каждый из них.
2. Как имеет смысл классифицировать данные с точки зрения рекомендательной системы? Почему?
3. Что представляет из себя проблема "холодного старта" при построении рекомендательной системы? Как её можно решить?

4. Какие существуют способы перевода данных по наблюдениям (скажем, в каждого пользователя) в единую шкалу? Какие у них минусы и плюсы использовать?
5. Content-based рекомендательная система: построение и применение; слож построения на Spark
1. Проблемы тематического моделирования при больших данных. AD недостатки, Y!LDA, Mr. LDA. ARTM. Архитектура библиотеки BigARTM. C и его применение в Vowpal Wabbit.

Согласовано

Директор ФИМИ, д.ф.-м.н.



_____ А.М. Райгородский

Пояснительная записка к разработке и реализации дополнительной программы профессиональной переподготовки «Machine Learning Engineer»

Программа переподготовки нацелена на специалистов по машинному обучению. На тех, кто готов получить практический опыт решения задач и заинтересован в развитии карьеры в этом направлении. Акцент работы сделан на практическую работу и проектную деятельность. Программа познакомит с ключевыми моментами в машинном обучении и даст практический опыт подготовки данных, их визуализации, построения и анализа моделей.

Целевая аудитория программы:

- ML-специалисты, желающие повысить компетенции в области Machine Learning;
- специалисты желающие переквалифицироваться в ML-разработчиков;
- специалисты, занимающиеся разработкой со знанием актуальных инструментов и библиотек.

Задачи профессиональной переподготовки:

- получение новой специализации в IT индустрии;
- совершенствование и (или) получение новых компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности;
- ведение новой профессиональной деятельности с учетом новых технологий, подходов и способов мышления.

Для завершения программы слушателю необходимо выполнить аттестационную работу, где решить прикладную задачу с использованием изученных методов анализа данных и машинного обучения.

Программа будет построена по очному принципу с применением дистанционных технологий (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) в формате вебинаров, которые займут 350 ак.ч.

Преподавателями программы будут являться преподаватели МФТИ, имеющие опыт преподавания и консультирования по заявленным модулям, а также опыт практической работы в отечественных и/или зарубежных организациях в сфере деятельности, совпадающей с направлением преподавания.

Взаимодействие со слушателями курса будет осуществляться дистанционно с помощью системы управления образовательным процессом (далее СДО – система дистанционного образования). Посредством СДО слушатели будут получать доступ к интерактивным лекциям в формате видеолекций. Контроль изучения этих материалов будет организован, как автоматически с помощью средств СДО, так и через тестовые задания. Дистанционный цикл будет проводиться одновременно для всех участников. Задания с открытым вариантом ответа будут проверяться преподавателями курса.

Составители программы:

Райгородский Андрей Михайлович

Доктор физико-математических наук, директор ФПМИ МФТИ

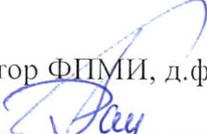
Благодарный Евгений Владимирович

заведующий учебно-методической лабораторией инноватики

Иванова Анастасия Сергеевна

руководитель проектов учебно-методической лаборатории инноватики ФПМИ

Директор ФПМИ, д.ф.-м.н.



А.М. Райгородский

**КВАЛИФИКАЦИЯ И ОПЫТ ПРИВЛЕКАЕМОГО ПРЕПОДАВАТЕЛЬНОГО СОСТАВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ «Machine Learning Engineer»**

Ф.И.О. лектора, год рождения	Информация об образовании, полученном в соответствии с образовательными программами высшего профессионального образования, дополнительного профессионального образования (в т.ч. о наличии званий и ученых степеней) и т.д.	Место работы, занимаемая должность в настоящий момент, общий трудовой стаж, педагогический стаж	Опыт преподавания и консультирования по предмету, согласующемуся с направлением лота (перечислить), преподавательский стаж	Наличие опыта практической работы в отечественных и зарубежных организациях в сфере деятельности, совпадающей с направлением преподавания
Ивченко Олег Николаевич	<p>Высшее образование - специалитет, магистратура, специальность: Прикладная математика и информатика, квалификация: Магистр, ФГБОУ ВПО "Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)"</p> <p>Дополнительное профессиональное образование, курс: Математическое моделирование для анализа данных, ФГБОУ ВПО "Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)"</p>	<p>Должность: заместитель заведующего кафедры алгоритмов и технологий программирования</p> <p>Общий стаж: 5 лет Педагогический стаж: 5 лет</p>	Преподавательский стаж: 5 лет	Разработчик системы NJudge - системы автоматизированного тестирования Naboor-приложений, системный администратор инфраструктуры больших данных в группе Яндекс-CERN