

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.03.2026 13:58:01
Уникальный программный ключ:
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaa51e7232a3a2

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

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 6
заседания учебно-методического совета от « 30 » января 2023 г.

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 повышения квалификации «Анализ изображений».

Решение принято единогласно.

Форма проведения заседания: заочная.

Председатель УМС МФТИ


А.А. Воронов

Ученый секретарь УМС МФТИ

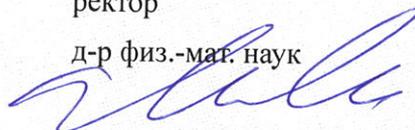

М.В. Березникова

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

«30 » января 2023 г.

Дополнительная профессиональная программа
Программа повышения квалификации
«Анализ изображений»

Москва 2023

Оглавление

1. Рабочая группа	2
2. Профессиональные стандарты, учтённые в содержании программы	2
3. Квалификационные требования, учтённые в содержании программы	2
4. Описание перечня профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения	2
5. Цель программы	3
6. Планируемые результаты обучения по программе	3
7. Учебный план.	3
8. Календарный учебный график.	4
9. Рабочие программы (учебная программа)	4
10. Организационно-педагогические условия реализации дополнительной профессиональной программы	5
10.1. Требования к квалификации педагогических кадров/представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса.	5
10.2. Требования к материально-техническим условиям.	5
10.3. Требованиям к информационным и учебно-методическим условиям.	5
10.4. Общие требования к организации образовательного процесса.	5
11. Формы аттестации и оценочные материалы по программе	6

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

Благодарный Евгений Владимирович

заведующий учебно-методической лабораторией инноватики

Ивченко Олег Николаевич

преподаватель курсов по обработке больших данных в МФТИ

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:

ОКВЭД 72.19 Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук

03.04.01 «Прикладные математика и физика (уровень магистратуры)»

Обобщённые трудовые функции (ОТФ) профессионального стандарта (ПС), соответствующие дополнительной профессиональной программе (ДПП) и уровни их квалификации:

Тип задач профессиональной деятельности	Код профессиональной компетенции	Наименование профессиональной компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1	Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств
	ПК-2	Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования
	ПК-3	Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра

Уровень квалификации отобранных ОТФ не превышает возможности ДПП, связанные, прежде всего, с уровнем квалификации деятельности, овладение или совершенствование которой предусмотрено ДПП, сроком ее освоения и исходным уровнем и направленностью (профилем) имеющегося у слушателей профессионального образования.

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 соответствующих данной программе ОТФ (п. 2. 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 путём отсылки и являются его неотъемлемой частью.

4. Описание перечня профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения

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

Высшее, незаконченное высшее образование или среднее профессиональное.

Компетенции представлены в соответствии с направлением подготовки (ФГОС ВО):

ФГОС 03.04.01 «Прикладная математика и физика (уровень магистратуры)

Перечень профессиональных компетенции (*описание, ПК*) представлен ниже. ПК характеризуются:

Универсальные компетенций (УК), общекультурные компетенций (ОК) и общепрофессиональные компетенций	«Прикладная математика и физика (уровень магистратуры)» код: 03.04.01
Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4

5. Цель программы

Целью реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации (далее - Программа) «Анализ изображений» является знакомство студентов с ключевыми задачами и методами анализа изображений.

Программа состоит из 4 модулей.

6. Планируемые результаты обучения по программе

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- Модель формирования цифрового изображения
- Основные задачи анализа изображений и классические методы их решения
- Теоретические основы алгоритмов анализа изображений
- Основные методы машинного обучения, применяемые в задачах анализа изображений

уметь:

- Преобразовывать изображения с помощью линейных и нелинейных фильтров
- Выделять локальные особенности изображений: точки, края, прямые, области
- Сопоставлять изображения с учетом геометрических моделей
- Обнаруживать объекты на изображениях, классифицировать изображения по

содержанию

владеть:

- Навыками сведения практической задачи к стандартным задачам анализа изображений и реализации их классических решений

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

7. Учебный план.

№	Тема (раздел) дисциплины	Грудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Самост. работа	Контрольные задания
1	Введение в анализ изображений. Основы обработки изображений	6	6		2
2	Основы машинного обучения. Обнаружение объектов. Введение в нейросети	6	6	6	12
3	Выделение базовых объектов на изображениях. Геометрические модели сопоставления изображений	6	6	6	12
4	Нейросетевые подходы к анализу изображений. Основные задачи и алгоритмы	8	8	8	7
Итого часов		26	26	20	33
Подготовка к итоговой аттестации		30 час.			

Общая трудоёмкость 135 час.

Срок освоения настоящей программы повышения квалификации превышает минимально допустимый срок освоения 16 часов (либо другой установленный актуальными нормативными документами соответствующего Министерства срок) или равен ему.

8. Календарный учебный график.

	Обучение по установленной форме: очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий												
	Количество академических часов: 135												
Порядковый № занятия (по горизонтали)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Лекции	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Практические	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Самостоятельные				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Контрольные задания			2	4	4	4	4	4	4	3		4	
Итого	4	4	6	10	10	10	10	10	10	9	6	10	6
подготовка к аттестации	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2

9. Рабочие программы (учебная программа)

№ п/п	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (вебинаров), самостоятельных работы	Объем, ак.час.
1.	Введение в анализ изображений. Основы обработки изображений	14
1.1	Лекция. Цифровое изображение	2
	Семинар. Введение в практическую часть курса, Работа с numpy	2

	Самостоятельная работа.	
	Контрольные задания.	
1.2.	Лекция. Основы обработки изображений	2
	Семинар. Базовая обработка изображений	2
	Самостоятельная работа	
	Контрольные задания	
1.3.	Лекция. Сжатие изображений, Преобразование Фурье	2
	Семинар. Преобразование Фурье	2
	Самостоятельная работа	
	Контрольные задания	2
	Подготовка к итоговой аттестации	6
2	Основы машинного обучения. Обнаружение объектов. Введение в нейросети	30
2.1	Лекция. Классификация изображений. Введение в нейросети	2
	Семинар. Иерархия абстракций: numpy, pytorch, pytorch-lightning	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	4
2.2.	Лекция. Сверточные нейросетевые архитектуры	2
	Семинар. Нейросетевые задания курса, Базовое обучение нейросетей	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	4
2.3	Лекция. Трансформеры и сверточные нейронные сети с большими ядрами	2
	Семинар. Разбор устройства ViT, Приемы для дообучения нейросетей	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	4
	Подготовка к итоговой аттестации	8
3	Выделение базовых объектов на изображениях. Геометрические модели сопоставления изображений.	30

3.1.	Лекция. Поиск похожих изображений	2
	Семинар. Метрическое обучение, Эффективность тензорных вычислений	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	4
3.2.	Лекция. Детекторы объектов	2
	Семинар. Детектирование объектов	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	4
3.3	Лекция. Сегментация изображений	2
	Семинар. Простая нейросеть для сегментации	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	4
	Подготовка к итоговой аттестации	8
4.	Нейросетевые подходы к анализу изображений. Основные задачи и алгоритмы	31
4.1.	Лекция. Основы обработки видео	2
	Семинар. Работа с видео	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	3
4.2.	Лекция. Self-supervised learning, foundation models	2
	Семинар. Self-supervised learning	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	
4.3.	Лекция. Перенос стиля, superresolution, GAN, VAE (начало)	2
	Семинар. AE, VAE, GAN	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	4
4.4	Лекция. VAE (продолжение), Diffusion	2

	Семинар. Diffusion	2
	Самостоятельная работа	2
	Контрольные задания	
	Подготовка к итоговой аттестации	8
	Итого	135

10. Организационно-педагогические условия реализации дополнительной профессиональной программы

10.1. 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

10.2. Требования к материально-техническим условиям.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий, либо их эквивалентов	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Система дистанционного обучения провайдера массовых открытых онлайн курсов	Лекции	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Преподавателю курса необходимо наличие доступа администратора курса на LMS-платформе к материалам курса.
Информационно-коммуникационная платформа дистанционных семинаров	Практические занятия (дистанционные семинары)	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Преподавателю курса 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.
--	---	---

10.3. Требованиям к информационным и учебно-методическим условиям.

Основная литература

1. Методы компьютерной обработки изображений [Текст] : учеб.пособие для вузов : доп. М-вом образования РФ / под ред.В.А.Сойфера .— 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, дддб2003.— 784с.
2. Зрение роботов [Текст]/Б. К. П. Хорн , -М., Мир, 1989

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

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

10.4. Общие требования к организации образовательного процесса.

Форма обучения – очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Режим обучения – 2 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.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	Лекции	компьютер, мультимедийный проектор, экран
Информационно-коммуникационная платформа дистанционных семинаров	Лекции и практические занятия (дистанционные семинары)	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Преподавателю курса 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	Рубежный контроль, Итоговая аттестация	Наличие компьютера и доступа в сеть интернет.

Итоговая аттестация проводится в форме экзамена.

Самостоятельная работа выполняется слушателем в удобном для него режиме.

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	Очные лекции, самостоятельный просмотр записей видеолекций	Ознакомление слушателей с базовым материалом по тематике курса
2	Практические занятия	Очное посещение занятий. Выполнение практических заданий, получение обратной связи от преподавателя. Обсуждение вопросов, возникших в результате просмотра видеолекций и изучения литературы.	Практическое освоение теоретических знаний, а также углубление знаний по курсу
3	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение дополнительных материалов и литературы.	Углубление знаний по курсу.

4	Контрольные задания	Выполнение тренировочных заданий и тестов	Углубление знаний и умений по курсу.
5	Итоговая аттестация	Выполнение итогового теста	Практическое освоение теоретических знаний, контроль освоения материалов.

11. Формы аттестации и оценочные материалы по программе

Критерии оценивания

- оценка «отлично» выставляется слушателю, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо» выставляется слушателю, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно» выставляется слушателю, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется слушателю, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

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

Курсовая 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 блобов. 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

Согласовано

Директор ФПМИ, д.ф.-м.н.



А.М. Райгородский