

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

<p>УТВЕРЖДЕНО Ученым советом ННГУ (протокол _____) Проректор по учебной работе _____ К.А. Марков « ____ » _____ 20__ г. М.П.</p>
--

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«Суперкомпьютерные технологии
и искусственный интеллект»**

Разработчики программы повышения квалификации:

Гергель В.П., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой программной инженерии
института ИТММ, директор института ИТММ;

Кустикова В.Д., к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения и
суперкомпьютерных технологий института ИТММ;

Мееров И.Б., к.т.н., доцент, доцент кафедры математического обеспечения и
суперкомпьютерных технологий института ИТММ.

Составители учебно-тематического плана программы повышения квалификации:

Гергель В.П., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой программной инженерии
института ИТММ, директор института ИТММ;

Кустикова В.Д., к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения и
суперкомпьютерных технологий института ИТММ;

Мееров И.Б., к.т.н., доцент, доцент кафедры математического обеспечения и
суперкомпьютерных технологий института ИТММ.

Руководитель программы _____ **В.П. Гергель**

Нижний Новгород 2018

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Категории слушателей, на обучение которых рассчитана программа повышения квалификации (далее – программа).

Слушателями программы могут быть студенты 3–4 курса бакалавриата, магистранты, аспиранты, преподаватели и научные сотрудники физическо-математических и технических специальностей.

1.2. Сфера применения слушателями полученных профессиональных компетенций, умений и знаний.

В результате подготовки по программе слушатели овладеют теоретическими основами машинного обучения, практическими основами параллельного программирования для систем с общей памятью, а также познакомятся с практическими задачами, для решения которых применяются методы машинного обучения и суперкомпьютерные технологии. Результаты обучения могут быть использованы при решении широкого спектра научных и инженерных задач.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДГОТОВКИ ПО ПРОГРАММЕ

2.1. Нормативный срок освоения программы – 72 часа.

2.2. Режим обучения 36 часов в неделю, 2 недели

2.3. Форма обучения: с частичным отрывом от работы (учебы)

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Слушатель, освоивший программу, должен:

3.1. Обладать профессиональными компетенциями, включающими:

ПК 1. Способность активно применять в образовательной, научной и методической деятельности современные программные средства для разработки высокопроизводительного программного обеспечения – инструменты программирования.

ПК 2. Способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.

ПК 3. Способность разрабатывать и применять математические

методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.

3.2. Владеть:

1. Современным системным программным обеспечением для высокопроизводительных параллельных вычислений в системах с общей памятью.

2. Современным прикладным программным обеспечением для решения задач компьютерного зрения, машинного обучения и глубокого обучения.

3. Навыками применения базовых алгоритмов обработки и анализа изображений и видео для решения практических задач.

4. Навыками разработки систем компьютерного зрения.

3.3. Уметь:

1. Использовать инструменты параллельного программирования в преподавательской и научной работе.

2. Применять на практике методы машинного и глубокого обучения.

3. Формулировать математическую постановку основных задач компьютерного зрения.

4. Применять базовые алгоритмы обработки и анализа изображений и видео для решения практических задач.

3.4. Знать:

1. Методы машинного и глубокого обучения.

2. Общие теоретические основы параллельного программирования.

3. Основы параллельного программирования в системах с общей памятью с использованием технологии OpenMP.

4. Основные постановки задач компьютерного зрения.

5. Базовые алгоритмы обработки и хранения изображений и видео.

6. Базовые элементы систем компьютерного зрения.

7. Базовые алгоритмы распознавания образов и анализа изображений и видео.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ

Программа предусматривает изучение следующих модулей:

– Машинное обучение.

– Глубокое обучение.

– Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP.

– Параллелизм в современном C++: TBB и Parallel STL.

– Компьютерное зрение.

Структура программы представлена в таблице 1.

Таблица 1. Структура программы

№ пп	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе:			
			Лекции	Практические занятия (семинары), лабораторные работы	Выездные занятия	Самостоятельная работа
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	Модуль 1 «Машинное обучение»	15	3	2		10
2.	Модуль 2 «Глубокое обучение»	14	2	2		10
3.	Модуль 3 «Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP»	7	3			4
4.	Модуль 4 «Параллелизм в современном C++: TBB и Parallel STL»	18	12	2		4
5.	Модуль 5 «Компьютерное зрение»	16	4	2		10
Итоговая аттестация		2		1		1
Итого		72 часа	24	9		39

Наименование и количество модулей является примерным, к числу обязательных модулей относятся модули «Машинное обучение», «Параллелизм в современном C++: TBB и Parallel STL» и «Компьютерное зрение», минимальное количество часов, отведенное на модуль, не может быть менее 2 часов.

5. ТРЕБОВАНИЯ К МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ

5.1. Форма учебно-тематического плана программы представлена в таблице 2.

Таблица 2. Учебно-тематический план программы

№ п п	Наименование модулей, разделов и тем	Всего, час.	В том числе:			
			Лекции	Практические занятия (семинары), лабораторные работы	Выездные занятия	Самостоятельная работа
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	Модуль 1 «Машинное обучение»					
	<i>Раздел 1. Методы обучения с учителем</i>					
	Тема 1. Метод опорных векторов	3	0.5	0.5		2
	Тема 2. Деревья решений	5	1	1		3
	Тема 3. Бустинг и баггинг	4	1			3
	<i>Раздел 2. Методы обучения без учителя</i>					
	Тема 1. Кластеризация	3	0.5	0.5		2
2.	Модуль 2 «Глубокое обучение»					
	<i>Раздел 1. Введение</i>					
	Тема 1. Примеры задач	1.3	0.3			1
	Тема 2. Классификация глубоких моделей	1.3	0.3			1
	<i>Раздел 2. Сверточные сети</i>					
	Тема 1. Структура модели и ее обучение	2.4	0.4			2
	Тема 2. Пример	3.3	0.3	1		2
	<i>Раздел 3. Генеративные состязательные сети</i>					
	Тема 1. Структура модели и ее обучение	2.4	0.4			2
	Тема 2. Пример	3.3	0.3	1		2
3.	Модуль 3 «Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP»					
	<i>Раздел 1. Принципы организации параллелизма с использованием технологии OpenMP</i>					
	Тема 1. Принципы организации параллелизма. Составные части OpenMP.	2	1			1
	Тема 2. Директивы компилятора, функции run-time библиотеки	2	1			1
	<i>Раздел 2. Распределение вычислений и синхронизация с использованием технологии OpenMP</i>					
	Тема 1. Типы директив. Распределение вычислений между потоками.	1.5	0.5			1

	Управление областью видимости данных					
	Тема 2. Синхронизация как задача параллельного программирования	1.5	0.5			1
4.	Модуль 4 «Параллелизм в современном C++: TBB и Parallel STL»					
	<i>Раздел 1. Библиотека TBB</i>					
	Тема 1. Инициализация и завершение библиотеки	2	2			
	Тема 2. Распараллеливание простых циклов	3	2			1
	Тема 3. Распараллеливание сложных конструкций: сортировка, циклы с условием	4	2	1		1
	Тема 4. Механизм логических задач	4	2	1		1
	<i>Раздел 2. Parallel STL</i>					
	Тема 1. Установка и настройка. Общая схема использования	2	2			
	Тема 2. Макросы и библиотека алгоритмов. Ограничения	3	2			1
5.	Модуль 5 «Компьютерное зрение»					
	<i>Раздел 1. Классические задачи компьютерного зрения и методы глубокого обучения для решения этих задач</i>					
	Тема 1. Классификация изображений	2.3	0.3			2
	Тема 2. Детектирование объектов	2.3	0.3			2
	Тема 3. Семантическая сегментация	2.3	0.2			2
	<i>Раздел 2. Инструмент OpenVINO</i>					
	Тема 1. Компонент Inference Engine	3.6	0.6	1		2
	Тема 2. Библиотека компьютерного зрения OpenCV	3.6	0.6	1		2
	Итоговая аттестация	2		1		1
	Итого	72 часа				

5.2. Форма учебной программы по модулю представлена в таблице 3.

Таблица 3. Учебная программа по модулю

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения (по темам в дидактических единицах), наименование и тематика лабораторных работ, практических занятий (семинаров), самостоятельной работы, используемых образовательных технологий и рекомендуемой литературы
1.	2.	3.
Модуль 1 «Машинное обучение»		
Раздел 1. Методы обучения с учителем		
	Тема 1. Метод опорных векторов	Постановка задачи. Реализация алгоритмов обучения и предсказания
	Тема 2. Деревья решений	Постановка задачи. Реализация алгоритмов обучения и предсказания
	Тема 3. Бустинг и баггинг	Постановка задачи. Реализация алгоритмов обучения и предсказания
Раздел 2. Методы обучения без учителя		
	Тема 1. Кластеризация	Постановка задачи. Реализация алгоритмов обучения и предсказания
	Лабораторные работы	1. Метод опорных векторов 2. Деревья решений 3. Кластеризация
	Самостоятельная работа	1. Линейная регрессия 2. Вероятностная постановка задач машинного обучения. Байесовский классификатор 3. Линейный и квадратичный дискриминантный анализ
	Используемые образовательные технологии	Традиционная лекция с использованием мультимедийных средств. Лабораторная работа с использованием мультимедийных средств. Мастер-класс с использованием мультимедийных средств.
	Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы	1. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. – Springer Series in Statistics Springer New York Inc., New York, NY, USA. – 2001. 2. Золотых Н.Ю. Учебные материалы по машинному обучению – http://www.uic.unn.ru/~zny/ml 3. Лекции Д.П. Ветрова и Д.А. Кропотова «Байесовские методы машинного обучения» – [Электронный ресурс]. http://www.machinelearning.ru/wiki/images/e/e1/BayesML-2007-textbook-1.pdf , http://www.machinelearning.ru/wiki/images/4/43/BayesML-2007-textbook-2.pdf 4. Портал www.machinelearning.ru
Модуль 2 «Глубокое обучение»		
Раздел 1. Введение		
	Тема 1. Примеры задач	Примеры задач из области компьютерного зрения: классификация изображений, детектирование объектов, семантическая сегментация, перенос стилей. Примеры задач из области обработки естественного языка: боты, переводчики.
	Тема 2. Классификация глубоких моделей	Модели, предполагающие обучение с учителем: многослойные полносвязные сети, сверточные сети, рекуррентные сети. Модели обучения без учителя: автокодировщики, ограниченные машины Больцмана, генеративные состязательные сети
Раздел 2. Сверточные сети		
	Тема 1. Структура модели и ее обучение	Структура сверточного слоя, правила формирования глубокой сверточной сети. Глубокие остаточные сети как разновидность сверточных сетей
	Тема 2. Пример	Пример построения сверточной сети для задачи классификации изображений
Раздел 3. Генеративные состязательные сети		

Тема 1. Структура модели и ее обучение	Общая структура модели генеративной состязательной сети: генератор и дискриминатор. Постановка задачи обучения модели. Методы обучения
Тема 2. Пример	Применение генеративных состязательных сетей для восстановления трехмерной модели лица по одномерному изображению
Лабораторные работы	1. Реализация метода обратного распространения ошибки для двуслойной полностью связанной сети 2. Разработка полностью связанной нейронной сети с использованием одной из библиотек глубокого обучения для решения некоторой заданной задачи 3. Разработка сверточной нейронной сети для решения той же задачи, что и в предыдущей лабораторной работе 4. Применение переноса обучения для решения некоторой задачи
Используемые образовательные технологии	Традиционная лекция с использованием мультимедийных средств. Лабораторная работа с использованием мультимедийных средств. Мастер-класс с использованием мультимедийных средств.
Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы	1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. – М.: Издательский дом «Вильямс». – 2006. – 1104 с. 2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика. – 2002. – 344 с. 3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press. – 2016. – [http://www.deeplearningbook.org]. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – Изд-во «Питер». – 2018. – 476 с.
Модуль 3 «Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP»	
<i>Раздел 1. Принципы организации параллелизма с использованием технологии OpenMP</i>	
Тема 1. Принципы организации параллелизма. Составные части OpenMP	OpenMP как стандарт параллельного программирования для систем с общей памятью. Принципы организации параллелизма. Составные части OpenMP. Директивы компилятора, функции run-time библиотеки. Основные директивы OpenMP. Формат записи. Области видимости.
Тема 2. Директивы компилятора, функции run-time библиотеки	Директивы компилятора, функции run-time библиотеки. Основные директивы OpenMP. Формат записи. Области видимости.
<i>Раздел 2. Распределение вычислений и синхронизация с использованием технологии OpenMP</i>	
Тема 1. Типы директив. Распределение вычислений между потоками. Управление областью видимости данных	Типы директив. Распределение вычислений между потоками. Управление областью видимости данных. Синхронизация как задача параллельного программирования. Средства синхронизации в OpenMP. Библиотека функций OpenMP.
Тема 2. Синхронизация как задача параллельного программирования	Средства синхронизации в OpenMP. Библиотека функций OpenMP
Лабораторные работы	1. Параллельный «Hello world». 2. Вычисление скалярного произведения векторов с «ручным» распределением работы. 3. Вычисление скалярного произведения векторов с распределением работы в цикле. Эксперименты с различными вариантами расписания (schedule). Замеры эффективности. 4. Решение задачи матрично-векторного умножения. Реализация и сравнение различных схем распределения данных. 5. Примеры на типичные ошибки в OpenMP программах: скалярное произведение, задача Дирихле, обедающие философы. 7. Оптимизация вычислений в задаче «быстрое преобразование Фурье».
Самостоятельная работа	Разработка параллельных программ с использованием OpenMP: матричное умножение, решение систем линейных уравнений

		(метод Гаусса и др.).
Используемые образовательные технологии		Традиционная лекция с использованием мультимедийных средств. Лабораторная работа с использованием мультимедийных средств. Мастер-класс с использованием мультимедийных средств.
Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы		1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. (2002). Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург. 2. Quinn, M. J. (2004). Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. – New York, NY: McGraw-Hill. 3. Chandra, R., Dagum, L., Kohr, D., Maydan, D., McDonald, J., and Melon, R. (2000). Parallel Programming in OpenMP. Morgan Kaufmann Publishers. 4. Grama, A., Gupta, A., Kumar V. (2003, 2nd edn.). Introduction to Parallel Computing. – Harlow, England: Addison-Wesley. 5. Гергель, В.П., Стронгин, Р.Г. (2003, 2 изд.). Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. - Н.Новгород, ННГУ. 6. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
Модуль 4 «Параллелизм в современном C++: TBB и Parallel STL»		
Раздел 1. Библиотека TBB		
Тема 1. Инициализация и завершение библиотеки		Класс <code>tbb::task_scheduler_init</code> . Методы инициализация библиотеки, способы задания количества потоков, метод завершения библиотеки.
Тема 2. Распараллеливание простых циклов		Распараллеливание циклов с известным числом итераций: понятие итерационного пространства, понятие функтора, планирование вычислений, класс <code>tbb::parallel_for</code> . Распараллеливание циклов с известным числом повторений и редукцией, функция <code>tbb::parallel_reduce</code> .
Тема 3. Распараллеливание сложных конструкций: сортировка, циклы с условием		Сортировки последовательностей с использованием функции <code>tbb::parallel_sort</code> . Распараллеливание циклов с условием, класс <code>tbb::parallel_while</code> .
Тема 4. Механизм логических задач		Общая характеристика логических задач. Алгоритм работы. Создание и уничтожение логических задач, планирование выполнения логических задач. Распараллеливание рекурсии.
Раздел 2. Parallel STL		
Тема 1. Установка и настройка. Общая схема использования		Установка зависимостей. Установка компилятора Intel® C++ Compiler. Общая схема использования Parallel STL: настройка переменных окружения, подключение библиотек, установка политик параллельного исполнения, компиляция исходного кода.
Тема 2. Макросы и библиотека алгоритмов		Макросы Parallel STL, управление политиками параллельного исполнения. Библиотека параллельных алгоритмов.
Лабораторные работы		1. Распараллеливание циклов с использованием библиотеки TBB на примере задачи матрично-векторного умножения 2. Распараллеливание рекурсии с использованием библиотеки TBB на примере задачи вычисления быстрого преобразования Фурье
Самостоятельная работа		1. Примитивы синхронизации 2. Потокбезопасные контейнеры
Используемые образовательные технологии		Традиционная лекция с использованием мультимедийных средств. Лабораторная работа с использованием мультимедийных средств. Мастер-класс с использованием мультимедийных средств.
Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы		1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. (2002). Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург. 2. Корняков К. В., Кустикова В. Д., Мееров И. Б., Сиднев А. А., Сысоев А. В., Шишков А. В. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью: учебник / под ред. проф. В.П. Гергеля. – М.: Издательство Московского университета, 2010. – 272 с. 3. Chandra, R., Dagum, L., Kohr, D., Maydan, D., McDonald, J., and

		<p>Melon, R. (2000). Parallel Programming in OpenMP. Morgan Kaufmann Publishers.</p> <p>4. Grama, A., Gupta, A., Kumar V. (2003, 2nd edn.). Introduction to Parallel Computing. – Harlow, England: Addison-Wesley.</p> <p>5. Гергель, В.П., Стронгин, Р.Г. (2003, 2 изд.). Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. – Н.Новгород, ННГУ.</p> <p>6. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.</p> <p>7. Parallel STL – https://software.intel.com/en-us/get-started-with-pstl</p> <p>8. Threading Building Blocks (TBB) – https://www.threadingbuildingblocks.org</p>
Модуль 5 «Компьютерное зрение»		
Раздел 1. Классические задачи компьютерного зрения и методы глубокого обучения для решения этих задач		
Тема 1. Классификация изображений		Постановка задачи классификации изображений. Широко известные модели глубоких нейронных сетей для решения данной задачи на наборе данных ImageNET: AlexNet, GoogLeNet, ResNet и другие.
Тема 2. Детектирование объектов		Постановка задачи детектирования объектов на изображениях. Широко известные модели глубоких нейронных сетей для решения данной задачи на наборе данных PASCAL VOC: SSD, YOLO, R-CNN, Faster R-CNN и другие.
Тема 3. Семантическая сегментация		Постановка задачи детектирования объектов на изображениях. Широко известные модели глубоких нейронных сетей для решения данной задачи: DeepLab, SegNet, U-Net, ParseNet и другие.
Раздел 2. Инструмент OpenVINO		
Тема 1. Компонент Inference Engine		Цели и задачи компонента. Общая структура компонента. Пример использования.
Тема 2. Библиотека компьютерного зрения OpenCV		Общая структура программных модулей библиотеки компьютерного зрения OpenCV. Представление изображений в OpenCV. Примеры использования базовых модулей обработки изображений, визуального отображения изображений и видео, детектирования объектов, модуля глубокого обучения и других.
Лабораторные работы		<ol style="list-style-type: none"> 1. Обработка изображений средствами библиотеки OpenCV 2. Классификация изображений средствами OpenVINO 3. Детектирование объектов средствами OpenVINO 4. Семантическая сегментация изображений средствами OpenVINO
Самостоятельная работа		<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение модуля глубокого обучения DNN, входящего в состав библиотеки OpenCV 2. Применение компонента Inference Engine в качестве бэкэнда для тестирования глубоких моделей, поддерживаемых OpenCV
Используемые образовательные технологии		Традиционная лекция с использованием мультимедийных средств. Лабораторная работа с использованием мультимедийных средств. Мастер-класс с использованием мультимедийных средств.
Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы		<ol style="list-style-type: none"> 1. Intel® Distribution of OpenVINO™ toolkit – https://software.intel.com/en-us/opencv-toolkit 2. OpenCV – https://opencv.org 3. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV 3. Computer Vision in C++ with the OpenCV Library. – O'Reilly Media. 2016. – 1024 p. 4. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. – М.: Изд. д. Вильямс, 2004. – 465с. 5. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, New York, NY. – 2006. 6. Amit Y. 2D Object Detection and Recognition: models, algorithms and networks. – The MIT Press, 2002. – 325p. 7. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV Computer Vision with OpenCV Library. – O' Reilly Media Publishers, 2008. – 571p.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей содержатся в таблице 4.

Таблица 4. Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Модуль 1 «Машинное обучение»	Зачтено: правильные ответы на 60% вопросов и более.	Тестирование
Модуль 2 «Глубокое обучение»	Зачтено: правильные ответы на 60% вопросов и более.	Тестирование
Модуль 3 «Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP»	Зачтено: правильные ответы на 60% вопросов и более.	Тестирование
Модуль 4 «Параллелизм в современном C++: ТВВ и Parallel STL»	Зачтено: правильные ответы на 60% вопросов и более.	Тестирование
Модуль 5 «Компьютерное зрение»	Зачтено: правильные ответы на 60% вопросов и более.	Тестирование

Кадровое обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Наименование модулей (тем. разделов)	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Основное место работы, должность	Место работы и должность по совместительству (если есть)
1.	Модуль 1 «Машинное обучение»	Золотых Николай Юрьевич	д.ф.-м.н., проф.	Профессор кафедры алгебры, геометрии и дискретной математики ИИТММ	–
2.	Модуль 2 «Глубокое обучение»	Кустикова Валентина Дмитриевна	к.т.н.	Доцент кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий ИИТММ	–
3.	Модуль 3 «Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP»	Сысоев Александр Владимирович	к.т.н.	Доцент кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий ИИТММ	–
4.	Модуль 4 «Параллелизм в современном C++: TBB и Parallel STL»	Сиднев Алексей Александрович	к.т.н.	Ассистент кафедры программной инженерии ИИТММ	Инженер по разработке алгоритмов машинного обучения в компании Intel
5.	Модуль 5 «Компьютерное зрение»	Кустикова Валентина Дмитриевна	к.т.н.	Доцент кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий ИИТММ	–

Сведения об условиях организации повышения квалификации

1. Материально-техническая база:

№ п.п.	Наименование модулей (тем, разделов)	Материально-технические условия для реализации программ (наличие лабораторий, производственных участков и т.п. по профилю программы повышения квалификации)
1.	Модуль 1 «Машинное обучение»	Лекционная аудитория 310 Терминал-классы – 110, 114 Суперкомпьютер Лобачевский
2.	Модуль 2 «Глубокое обучение»	Лекционная аудитория 310 Терминал-классы – 110, 114 Суперкомпьютер Лобачевский
3.	Модуль 3 «Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP»	Лекционная аудитория 310 Терминал-классы – 110, 114 Суперкомпьютер Лобачевский
4.	Модуль 4 «Параллелизм в современном C++: TBB и Parallel STL»	Лекционная аудитория 310 Терминал-классы – 110, 114 Суперкомпьютер Лобачевский
5.	Модуль 5 «Компьютерное зрение»	Лекционная аудитория 310 Терминал-классы – 110, 114 Суперкомпьютер Лобачевский