

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор НОЦ «Институт  
непрерывного образования»

*Е.В. Мошкина*  
Е.В. Мошкина  
13 марта 2024 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Глубокое обучение в задачах цифровой обработки  
сигналов и изображений»

Красноярск 2024

# **I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

## **1.1. Аннотация программы**

Цифровая обработка сигналов находит широкое применение во многих областях современной индустрии: от телекоммуникаций до медицинской диагностики, от автоматизации производства до разработки мультимедийных систем. В основе этой технологии лежат алгоритмы, позволяющие извлекать полезную информацию из разнообразных сигналов — механических, электрических, электромагнитных, оптических, а также из данных изображений, видео, аудио и медицинских исследований. Новейшие разработки в области глубокого обучения и нейронных сетей произвели революцию в обработке и анализе данных, значительно расширив возможности и инструментарий для эффективной работы с цифровыми сигналами.

Программа повышения квалификации «Глубокое обучение в задачах цифровой обработки сигналов и изображений» направлена на освоение этих передовых технологий. Она рассчитана на студентов старших курсов, аспирантов и инженеров, заинтересованных в применении машинного обучения и искусственного интеллекта в решении актуальных задач обработки сигналов и изображений. Участники программы освоят современные методы машинного и глубокого обучения, научатся разрабатывать и обучать свои собственные нейронные сети, а также познакомятся с последними исследованиями в области компьютерного зрения и обработки звука.

Программа даст участникам ключевые навыки для реализации инновационных проектов и лидерства в области цифровой обработки сигналов и изображений. Они научатся решать реальные задачи, адаптироваться к изменениям в технологиях и вносить вклад в технологический прогресс, становясь востребованными специалистами в высокотехнологических отраслях.

## **1.2. Цель программы**

Цель программы повышения квалификации — формирование и(или) совершенствование у слушателей теоретических знаний и практических навыков в области машинного и глубокого обучения для решения задач, связанных с цифровой обработкой сигналов и изображений.

## **1.3. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с Профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)**

В соответствии с профессиональным стандартом 06.042 «Специалист по большим данным» (утв. приказом Минтруда России от 06.07.2020 N 405н, зарег. в Минюсте России 05.08.2020 N 59174), программа направлена на формирование и(или) совершенствование следующих трудовых функций (6-ой уровень квалификации):

Код трудовой функции	Обобщенные трудовые функции (трудовые функции)
<b>А</b>	<b>Анализ больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры</b>
А/01.6	Выявление, формирование и согласование требований к результатам аналитических работ с применением технологий больших данных
А/02.6	Планирование и организация аналитических работ с использованием технологий больших данных
А/03.6	Подготовка данных для проведения аналитических работ по исследованию больших данных
А/04.6	Проведение аналитического исследования с применением технологий больших данных в соответствии с требованиями заказчика

В соответствии с профессиональным стандартом 06.051 «Специалист в области аппаратно-программных средств цифровой обработки сигналов» (утв. приказом Минтруда России от 04.10.2022 N 613н, зарег. в Минюсте России 08.11.2022 N 70864), программа направлена на формирование и(или) совершенствование следующих трудовых функций (6-ой уровень квалификации):

Код трудовой функции	Обобщенные трудовые функции (трудовые функции)
<b>В</b>	<b>Разработка аппаратно-программных средств цифровой обработки сигналов</b>
В/02.6	Разработка специального программного обеспечения цифровой обработки сигналов на языках высокого и низкого уровней

#### 1.4. Планируемые результаты обучения

В результате успешного освоения программы «Глубокое обучение в задачах цифровой обработки сигналов и изображений» слушатели будут способны:

РО1. Применять базовые навыки программирования на Python и возможности библиотек NumPy и Matplotlib для обработки и визуализации данных.

РО2. Осуществлять анализ и предварительную обработку больших данных с помощью библиотеки Pandas.

РО3. Решать задачи классификации, кластеризации и регрессии, используя алгоритмы и инструменты библиотеки Sklearn.

РО4. Разрабатывать и обучать собственные нейронные сети с помощью PyTorch.

РО5. Применять методы градиентной оптимизации и регуляризации для улучшения производительности и обучающей способности нейронных сетей.

РО6. Адаптировать и настраивать предварительно обученные модели к конкретным задачам обработки изображений и анализа данных.

PO7. Применять сверточные нейронные сети (CNN) для решения задач компьютерного зрения, включая классификацию, сегментацию и распознавание объектов на изображениях.

PO8. Использовать рекуррентные нейронные сети (RNN) для анализа и обработки аудио сигналов.

PO9. Интегрировать современные методы глубокого обучения для создания решений в области цифровой обработки сигналов и изображений.

### **1.5. Категория слушателей**

Студенты старших курсов, аспиранты и инженеры, заинтересованные в применении машинного обучения и искусственного интеллекта в решении актуальных задач обработки сигналов и изображений.

### **1.6. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение**

В соответствии с профессиональным стандартом 06.051 «Специалист в области аппаратно-программных средств цифровой обработки сигналов» (утв. приказом Минтруда России от 04.10.2022 N 613н, зарег. в Минюсте России 08.11.2022 N 70864), требование к уровню образования поступающих на обучение слушателей — среднее профессиональное или высшее образование.

Базовые знания линейной алгебры (работа с векторами и матрицами, понятие тензора).

Базовые знания математического анализа (производной и градиента).

Базовые знания теории вероятностей и математической статистики (понятие вероятности, распределения вероятностей, нормального распределения).

Умение программировать на одном из языков программирования высокого уровня (желательно на языке Python, но не обязательно).

### **1.7. Продолжительность обучения**

Трудоемкость обучения по данной программе составляет 108 академических часов, включая 36 часов на самостоятельную работу слушателей.

### **1.8. Форма обучения: очная.**

### **1.9. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)**

Для проведения аудиторных занятий (лекций и семинаров) требуется оснащенная мультимедиапроектором и экраном аудитория, а также компьютер или ноутбук с широкополосным доступом в интернет.

Для самостоятельной работы слушателей требуется компьютер или ноутбук с широкополосным доступом в интернет, а также учетная запись Google для доступа к Google Colaboratory (Google Colab).

#### **1.10. Особенности (принципы) построения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации**

Особенности построения программы повышения квалификации «Глубокое обучение в задачах цифровой обработки сигналов и изображений»:

- модульная структура программы;
- в основу проектирования программы положен компетентностный подход;
- выполнение комплексных (сквозных) учебных заданий, требующих практического применения знаний и умений, полученных в ходе изучения логически связанных дисциплин (модулей);
- использование информационных и коммуникационных технологий, в том числе современных систем технологической поддержки процесса обучения, обеспечивающих комфортные условия для обучающихся, преподавателей;
- проведение лекционных и практических занятий предполагается в очном формате с частичным применением средств.

**1.11. Документ об образовании:** удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

**УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**  
**программы повышения квалификации**  
**«Глубокое обучение в задачах цифровой обработки сигналов и изображений»**

Категория слушателей: лица, имеющие/получающие высшее образование.

Срок обучения: 18 недель.

Форма обучения: очно-заочная с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Режим занятий: 4 часа в день.

№ п/п	Наименование и содержание разделов и тем программы	Общая трудоемкость, ч	Всего контактн., ч	Контактная работа:		СРС, ч	Использование средств ЭО и ДОТ	Результаты обучения
				Лекции	Практ. и семинарские занятия			
<b>1</b>	<b>Введение в машинное обучение и искусственный интеллект</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>PO1–PO3</b>
1.1	Введение в предметную область	4	2	2		2		
1.2	Основы линейной алгебры и языка Python. Библиотеки NumPy и Matplotlib	12	8	2	6	4	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms	PO1
1.3	Машинное обучение: основные понятия и задачи. Библиотеки Pandas и Sklearn	10	6	4	2	4		PO2, PO3
1.4	Линейные модели: методы, алгоритмы и метрики машинного обучения	10	8	4	4	2		PO3
<b>2</b>	<b>Основы глубокого обучения (Deep Learning)</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>PO4–PO6</b>
2.1	Введение в глубокое обучение и нейронные сети	16	10	4	6	6	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms	PO4, PO5
2.2	Сверточные нейронные сети (CNN). Применение CNN	16	10	4	6	6		PO5, PO6

№ п/п	Наименование и содержание разделов и тем программы	Общая трудоемкость, ч	Всего контактн., ч	Контактная работа:		СРС, ч	Использование средств ЭО и ДОТ	Результаты обучения
				Лекции	Практ. и семинарские занятия			
2.3	Рекуррентные нейронные сети (RNN). Применение RNN	4	4	4				PO5, PO6
<b>3</b>	<b>Продвинутое модели и методы глубокого обучения в задачах обработки сигналов и изображений</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	–		<b>PO7–PO9</b>
3.1	Компьютерное зрение. Семантическая сегментация, детектирование и распознавания объектов	4	4	2	2		Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms	PO7, PO9
3.2	Компьютерное зрение. Автоэнкодеры и генеративно-сопоставительные сети (GANs)	6	6	4	2			PO7, PO9
3.3	Основы цифровой обработки сигналов (ЦОС)	4	4	2	2			PO8, PO9
3.4	Введение обработку звука	6	6	4	2			PO8, PO9
4	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>16</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>12</b>		<b>PO1–PO9</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		

## II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.2. План учебной деятельности

Результаты обучения	Учебные действия/ формы текущего контроля	Используемые ресурсы/ инструменты/технологии
PO1. Применять базовые навыки программирования на Python и возможности библиотек NumPy и Matplotlib для обработки и визуализации данных	Практические занятия. Самостоятельная работа. Домашнее задание. Тестовые задания	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms
PO2. Осуществлять анализ и предварительную обработку больших данных с помощью библиотеки Pandas	Практические занятия. Самостоятельная работа. Домашнее задание. Тестовые задания	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms
PO3. Решать задачи классификации, кластеризации и регрессии, используя алгоритмы и инструменты библиотеки Sklearn	Практические занятия. Самостоятельная работа. Домашнее задание. Тестовые задания	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms
PO4. Разрабатывать и обучать собственные нейронные сети с помощью PyTorch	Практические занятия. Самостоятельная работа. Домашнее задание. Тестовые задания	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms
PO5. Применять методы градиентной оптимизации и регуляризации для улучшения производительности и обучающей способности нейронных сетей	Практические занятия. Домашнее задание. Тестовые задания	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms
PO6. Адаптировать и настраивать предварительно обученные модели к конкретным задачам обработки изображений и анализа данных	Практические занятия. Домашнее задание. Тестовые задания	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms
PO7. Применять сверточные нейронные сети (CNN) для решения задач компьютерного зрения, включая классификацию, сегментацию и распознавание объектов на изображениях	Практические занятия. Тестовые задания. Выполнение итогового проекта	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms
PO8. Использовать рекуррентные нейронные сети (RNN) для анализа и обработки аудио сигналов	Практические занятия. Тестовые задания. Выполнение итогового проекта	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab, Google Forms
PO9. Интегрировать современные методы глубокого обучения для создания решений в области цифровой обработки сигналов и изображений	Выполнение итогового проекта	Jupyter Notebook, Google Drive, Google Colab

## 2.2. Виды и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью учебного процесса. Она направлена на развитие у студентов навыков самостоятельного анализа, критического мышления и применения теоретических знаний на практике. Структура и содержание самостоятельной работы спроектированы таким образом, чтобы обеспечить глубокое понимание предмета и подготовить студентов к решению реальных задач в области глубокого обучения. В рамках программы повышения квалификации предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

– *Самостоятельное изучение материалов.* Студентам предоставляются рекомендации для изучения теоретического материала по основам глубокого обучения, линейной алгебре, программированию на Python и работе с библиотеками NumPy, Matplotlib, PyTorch.

– *Выполнение домашних заданий.* Включает в себя решение практических задач на программирование, анализ данных, создание и обучение нейронных сетей, что способствует закреплению полученных знаний и развитию навыков решения реальных задач.

– *Выполнение итогового проекта.* Предусматривает самостоятельную работу над проектом по выбранной теме. Итоговый проект должен продемонстрировать способность участников программы интегрировать современные методы глубокого обучения для создания эффективных решений в области цифровой обработки сигналов и изображений.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

#### 3.1. Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы в корпоративной сети СФУ и сети Интернет

1. Будума Н. Основы глубокого обучения. Создание алгоритмов для искусственного интеллекта следующего поколения. – М.: Издательский дом «Манн, Иванов и Фербер», 2020. – 304 с.

2. Вейдман С. Глубокое обучение: легкая разработка проектов на Python. – Издательский дом «Питер», 2021. – 272 с.

3. Грас Д. Data Science. Наука о данных с нуля: пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 336 с.

4. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.

5. Мирджалили В., Рашка С. Python и машинное обучение. Машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow. – М. – СПб., 2020. – 848 с.

6. Плас Дж. В. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб.: Петербург, 2018. – 576 с.

7. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 718 с.

8. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / Пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.

9. Фостер Д. Генеративное глубокое обучение. Творческий потенциал нейронных сетей. – СПб.: Издательский дом «Питер», 2020. – 336 с.

#### 3.2. Программное обеспечение (информационные обучающие системы, системы вебинаров, сетевые ресурсы хостинга видео, изображений, файлов, презентаций и др.)

1. Интернет-браузер, обновленный до последней версии: Google Chrome, Opera, Microsoft Edge, Safari, Mozilla FireFox.

2. Google colab: <https://colab.research.google.com/>.

## IV. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### 4.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы

Программа предусматривает проведение текущего контроля и промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** направлен на проверку уровня усвоения материала слушателями после прохождения отдельных тем учебной программы. Текущий контроль позволяет оценить как теоретические знания, так и практические навыки, полученные в ходе лекций и практических занятий.

Текущий контроль осуществляется преподавателем программы во время проведения практических занятий в форме тестовых заданий.

### Примеры тестовых заданий

#### *Модуль 1. Введение в машинное обучение и искусственный интеллект*

1. Какое ключевое слово используется для определения функции в Python?

1. `function.`
2. `define.`
3. `func.`
4. `def.`

2. Какая основная цель регуляризации в машинном обучении?

1. Увеличение скорости обучения модели.
2. Улучшение способности модели к обобщению на новых данных.
3. Увеличение точности модели на тренировочных данных.
4. Уменьшение размера модели для ускорения её работы.

#### *Модуль 2. Основы глубокого обучения (Deep Learning)*

3. Что представляют собой искусственные нейронные сети?

1. Системы, имитирующие биологические нейронные сети.
2. Алгоритмы, основанные исключительно на линейной регрессии.
3. Программное обеспечение для моделирования погоды.
4. Механизмы, используемые в робототехнике для манипуляции объектами.

4. Что такое Transfer Learning в контексте глубокого обучения?

1. Процесс перемещения данных из одной модели в другую.
2. Использование модели, обученной на одном наборе данных, для выполнения задач на другом.
3. Метод, используемый для изменения структуры модели.
4. Техника, позволяющая ускорить процесс обучения сети.

## ***Модуль 2. Продвинутое модели и методы глубокого обучения в задачах обработки сигналов и изображений***

5. Какая архитектура сети чаще всего используется для семантической сегментации?

1. U-Net.
2. VGG-16.
3. Inception.
4. ResNet-50.

6. В каких задачах используется обработка звука с помощью методов глубокого обучения?

1. Только для синтеза речи.
2. Для широкого спектра задач, включая распознавание речи, музыкальный анализ, шумоподавление и разделение источников звука.
3. Исключительно для анализа музыкальных композиций.
4. Только для обработки аудио в играх.

*Формат и порядок проведения тестирования.* Каждый тест состоит из 10 вопросов с 4 вариантами ответа, где только один из вариантов является правильным. Тесты охватывают все ключевые вопросы изучаемой темы. На выполнение тестового задания отводится 20 минут.

*Критерии оценивания.* Тесты оцениваются по 10-балльной шкале. За каждый правильный ответ дается 1 балл. Для успешного прохождения теста студент должен набрать не менее 6 баллов.

**Промежуточная аттестация** представляет собой процедуру оценки уровня освоения учебного материала участниками программы повышения квалификации по:

- Модулю 1. Введение в машинное обучение и искусственный интеллект.
- Модулю 2. Основы глубокого обучения (Deep Learning).

Промежуточная аттестация проводится в формате зачета. Оценка уровня успеваемости по каждому из двух разделов основывается на результатах выполнения домашних заданий с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Всего предусмотрено по две домашних работы в каждом из двух разделов.

*Критерии оценивания.* Каждая домашняя работа оценивается по 10-балльной шкале, где максимальное количество баллов, которое может быть набрано за домашнюю работу, составляет 10 баллов. Для зачета необходимо успешно пройти тестирование в рамках текущего контроля и набрать не менее 12 баллов по итогам двух домашних заданий в каждом разделе. Результаты оценивания каждой домашней работы суммируются для определения общего количества баллов, полученных участником программы в каждом разделе.

## 4.2. Требования и содержание итоговой аттестации

Основанием для итоговой аттестации слушателя по данной программе является успешное прохождение промежуточной аттестации и защита итогового проекта.

Итоговая аттестация проводится в формате зачета и представляет собой комплексную оценку освоения программы повышения квалификации и включает в себя:

- защиту итогового проекта;
- ответ на один теоретический вопрос, выбранный из списка вопросов программы.

**Итоговый проект.** Для успешного завершения программы повышения квалификации требуется выполнить и защитить итоговый проект. Над итоговым проектом возможна как индивидуальная, так и командная работа до 4 человек. Тема, название и содержание проекта согласуется с преподавателем. Тематика проектов охватывают широкий спектр задач, и включает следующие разделы:

- Аудиообработка, акустика и распознавание речи.
- Обработка изображений и видео.
- Анализ медицинских сигналов и изображений.
- Обработка музыки.
- Энергетика, применение сенсоров и Интернет вещей (IoT).

Требования к структуре и содержанию итогового проекта:

1. *Введение:* Описание цели, задач и актуальности проекта.
2. *Обзор данных:* Представление исходных данных, их источников и характеристик.
3. *Предобработка данных:* Описание шагов по очистке, нормализации и подготовке данных к анализу.
4. *Анализ данных:* Глубокий анализ данных с использованием статистических методов и визуализации.
5. *Построение модели:* Разработка и обучение моделей машинного обучения или глубокого обучения согласно задаче проекта (рекомендуется использовать предобученные модели).
6. *Оценка эффективности модели:* Применение метрик для оценки качества модели и анализ ошибок.
7. *Выводы:* Обобщение результатов работы, включая достигнутые результаты и возможные направления для дальнейших исследований.

**Критерии оценивания.** Итоговая аттестация оценивается по следующим критериям:

1. Итоговый проект (максимум 20 баллов):
  - соответствие проекта требованиям задания и полнота реализации (до 10 баллов);
  - инновационность и творческий подход (до 5 баллов);
  - качество презентации проекта и ответов на вопросы (до 5 баллов).



2. Теоретический вопрос (максимум 5 баллов):

- полнота и точность ответа (до 3 баллов);
- глубина понимания материала и способность к анализу (до 2 баллов).

Для успешного прохождения итоговой аттестации участник должен набрать не менее 60 % от максимально возможного количества баллов. Это означает, что минимальный порог для успешной аттестации составляет 15 баллов из 25 возможных.

Программу составил:

Доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры радиотехники Института  
инженерной физики и радиоэлектроники СФУ



А. В. Изотов

Руководитель программы:

Доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры радиотехники Института  
инженерной физики и радиоэлектроники СФУ



А. В. Изотов