

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(КНИТУ – КАИ)

Корпоративный институт

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Корпоративного института

А.В. Гимбицкий

26.04 2023 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ

«РАЗРАБОТКА КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Наименование присваиваемой квалификации – программист

Казань - 2023

1. Основные характеристики программы

Соответствие профессиональным стандартам	Программа составлена с учетом профстандартов «Программист» (утвержден приказом Минтруда России от 20.07.2022 № 424, рег.№ 69720, вид проф. деятельности 06.001), «Специалист по информационным системам» (утвержден приказом Минтруда России от 18.11.2014 г. № 896н, рег.№ 35361, вид проф. деятельности 06.015), «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» (утвержден приказом Минтруда России от 04.03.2014 г. № 121н, рег.№ 31692, вид проф. деятельности 40.011)
Соответствие квалификационным требованиям	Программа составлена с учетом приказа Минтруда РФ от 21.08.1998 N 37 «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих», раздел «Общепрофессиональные квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях»
Категория слушателей	Лица, имеющие и/или получающие высшее образование, освоившие ОПОП ВО бакалавриата – в объеме не менее первого курса (бакалавры 2-го курса), освоившие ОПОП ВО специалитета – не менее первого и второго курсов (специалисты 3-го курса). Магистранты, обучающиеся по направлениям не связанным с ИТ.
Срок обучения	254 часа
Форма обучения	Очная/очно-заочная, с применением дистанционных технологий

2. Цель реализации программы:

Основной целью является формирование у специалистов в области киберфизических систем (КС) компетенций для решения практических задач с применением моделей, методов, алгоритмов, программных и аппаратных средств цифровой техники и их взаимодействия через глобальные и локальные сети; освоение приемов, алгоритмов, методов и средств создания программного обеспечения микропроцессорных устройств; ознакомление с принципами обмена информацией в телекоммуникационных системах; ознакомление с технологиями, лежащими в основе КС; формирование навыков программирования на языках Python и C/C++; формирование знаний и умений в области разработки, программирования и эксплуатации программируемых устройств и встроенных систем, использующих технологии Интернета вещей; ознакомление с основами построения устройств на программируемых логических интегральных схемах; освоение типовых моделей, способов обучения и применения искусственных нейронных сетей; развитие компетенций в области информационной безопасности.

Для достижения цели реализации программы предусмотрено решение следующих основных задач:

1) изучение моделей, методов, алгоритмов и средств разработки программно-аппаратных средств цифровой техники;

- 2) изучение моделей, методов, алгоритмов и средств взаимодействия цифровых устройств через глобальные и локальные сети;
- 3) приобретение практических навыков использования приемов, алгоритмов, методов и средств для создания программного обеспечения микропроцессорных устройств;
- 4) ознакомление с теоретическими основами обмена информации в современных телекоммуникационных системах;
- 5) ознакомление с основными технологиями, лежащими в основе КС;
- 6) формирование навыков программирования на языке Python;
- 7) формирование навыков программирования на языке C/C++;
- 8) формирование знаний, умений и навыков в области разработки, программирования и эксплуатации программируемых устройств и систем;
- 9) изучение основ технологии Интернета вещей;
- 10) ознакомление с теоретическими основами и принципами построения современных систем и устройств на ПЛИС;
- 11) приобретение умений и навыков в области разработки, программирования и эксплуатации встроенных систем;
- 12) приобретение умений конфигурирования ПЛИС;
- 13) освоения теоретических основ и типовых моделей искусственных нейронных сетей, методов их построения и обучения;
- 14) приобретение навыков практического применения моделей, методов, алгоритмов и средств машинного обучения;
- 15) приобретение умений и навыков построения искусственных нейронных сетей различных топологий, их обучения на основе различных алгоритмов;
- 16) определение и решение задач технической защиты информации в комплексной системе защиты информации объекта.

3. Требования к результатам обучения

Трудовые функции в рамках Профстандарта:

Написание программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными в базах данных

Кодирование на языках программирования в соответствии с трудовым заданием

Разработка прототипов информационных систем на базе типовой информационной системы

Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок

Модульное тестирование информационных систем

Слушатель, освоивший программу, должен:

3.1. Обладать следующими компетенциями:

- ПК-1 Применяет языки программирования для решения профессиональных задач
- ПК-2 Применяет интегрированные среды разработки (IDE);
- ПК-3 Разрабатывает различные веб-ориентированные решения;
- ПК-4 Применяет технологии умного производства и Интернет вещей;
- ПК-5 Обеспечивает возможность удаленного управления промышленными объектами;
- ПК-6 применяет программное обеспечение для защиты информации;
- ПК-7 применяет методы искусственного интеллекта в робототехнике с использованием специализированных программ.

3.2. Знать:

- модели и методы, алгоритмы и средства разработки программно-аппаратных средств цифровой техники;
- модели, методы, алгоритмы и средства взаимодействия цифровых устройств через глобальные и локальные сети;
- приемы, алгоритмы, методы создания программного обеспечения микропроцессорных устройств;
- теоретические основы обмена информации в современных телекоммуникационных системах;
- основные технологии, лежащие в основе КС;
- принципы программирования на языке Python;
- принципы программирования на языке C/C++;
- принципы разработки, программирования и эксплуатации программируемых устройств и систем;
- основы технологий Интернета вещей;
- теоретические основы и принципы построения современных систем и устройств на ПЛИС;
- теоретические основы и типовые модели искусственных нейронных сетей,
- основные методы построения и обучения искусственных нейронных сетей;
- принципы и методы технической защиты информации в комплексной системе защиты информации объекта.
- методы поиска данных;
- примеры программных, программно-аппаратных и технических средств защиты информации, используемых для защиты информации от утечек по техническим каналам;

3.3. Уметь:

- применять модели, методы, алгоритмы и средства разработки программно-аппаратных средств цифровой техники;
- применять моделей, методы, алгоритмы и средства взаимодействия цифровых устройств через глобальные и локальные сети;
- применять приемы, алгоритмы, методы и средства для создания программного обеспечения микропроцессорных устройств;
- осуществлять обмен информацией в современных телекоммуникационных системах;
- программировать на языке Python;
- программировать на языке C/C++;
- разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение встроенных систем;
- эксплуатировать программируемые устройства и системы;
- конфигурировать ПЛИС на базовом уровне;
- применять на практике модели, методы, алгоритмы и средства машинного обучения;
- обучать алгоритмы машинного обучения на основе различных данных;
- использовать программные средства разработки программного и аппаратного обеспечения;
- использовать методы поиска данных.

3.4. Владеть:

- навыками разработки программно-аппаратных средств цифровой техники;

- навыками применения моделей, методов, алгоритмов и средств взаимодействия цифровых устройств через глобальные и локальные сети;
- практическими навыками использования приемов, алгоритмов, методов и средств для создания программного обеспечения микропроцессорных устройств;
- навыками программирования на языке Python;
- навыками программирования на языке C/C++;
- навыками разработки, программирования и эксплуатации программируемых устройств и систем;
- навыками разработки, программирования и эксплуатации встроенных систем;
- навыками практического применения моделей, методов, алгоритмов и средств машинного обучения.

4. Содержание программы

Календарный учебный график УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

дополнительной образовательной программы профессиональной переподготовки по направлению

«Разработка киберфизических систем»

Категория слушателей: обучающиеся IT-направлений

Срок обучения: 36 недель

Форма обучения: без отрыва от учебы.

Режим занятий: не более 4 часов/день.

Объем программы: 254 часа.

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе		Формы контроля
			лекции	лабораторные работы	
1	Понятие киберфизических систем: типовые архитектуры, области применения, примеры использования	16	8	8	
1.1	Типовые архитектуры, области применения, примеры использования КС	4	2	2	
1.2	Типовые элементы КС	8	4	4	
1.3	Оценка системных параметров КС	4	2	2	
	Промежуточная аттестация	2	2	0	Тестирование
	ИТОГО	18	10	8	
2	Разработка алгоритмов и программ на языке Python	36	20	16	
2.1	Введение в Python	2	2	-	
2.2	Организация кода и окружение	2	1	1	
2.3	Коллекции	6	4	2	
2.4	Функции	6	2	4	
2.5	Структурное программирование	6	3	3	
2.6	Объектно-ориентированное программирование	8	4	4	
2.7	Хранение данных. SQL / NoSQL	6	4	2	

	Промежуточная аттестация	2	2	0	Тестирование
	ИТОГО	38	22	16	
3	Разработка алгоритмов и программ на языке C/C++	28	14	14	
3.1	Введение в язык программирования C	1	1	0	
3.2	Переменные и типы данных	4	2	2	
3.3	Операторы ветвления	6	3	3	
3.4	Операторы цикла	6	3	3	
3.5	Массивы	5	2	3	
3.6	Функции	6	3	3	
	Промежуточная аттестация	2	2	0	Тестирование
	ИТОГО	30	16	14	
4	Устройства цифровой обработки сигналов	52	25	27	
4.1	Аппаратное обеспечение и программирование микроконтроллеров	22	10	12	
4.2	Аппаратное обеспечение и программирование одноплатных компьютеров	15	5	10	
4.3	ПЛИС и основы их конфигурирования	15	10	5	
	Промежуточная аттестация	2	2	0	Тестирование
	ИТОГО	54	27	27	
5	Передача данных через телекоммуникационные сети и системы	12	6	6	
5.1	Принципы передачи данных в сети Интернет	4	2	2	
5.2	Базовые протоколы передачи данных	4	2	2	
5.3	Интернет вещей	4	2	2	
	Промежуточная аттестация	2	2	0	Тестирование
	ИТОГО	14	8	6	
6	Применение машинного обучения в киберфизических системах	20	12	8	
6.1	Понятие и основные принципы машинного обучения. Обучение с учителем и без учителя	2	2	0	
6.2	Линейные алгоритмы машинного обучения	8	4	4	
6.3	Решающие деревья и их композиции. Случайный лес	2	2	0	
6.4	Нейронные сети: основные понятия, принципы обучения, применение	8	4	4	

	Промежуточная аттестация	2	2	0	Тестирование
	ИТОГО	22	14	8	
7	Информационная безопасность киберфизических систем	20	12	8	
7.1	Информационная безопасность: основные понятия, термины, определения.	2	2	0	
7.2	Контроль доступа. Идентификация и аутентификация субъектов.	6	4	2	
7.3	Криптографическая защита информации	8	4	4	
7.4	Контроль целостности и подлинности передаваемой информации	4	2	2	
	Промежуточная аттестация	2	2	0	Тестирование
	ИТОГО	22	14	8	
	Практика	50	0	50	Отчет по практике
	Итоговая аттестация	6	0	6	
	ВСЕГО	254	111	143	Практ. задание

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

дополнительной образовательной программы профессиональной переподготовки по направлению

«Разработка киберфизических систем»

Раздел 1. Понятие киберфизических систем: типовые архитектуры, области применения, примеры использования (16 часов)

Тема 1.1 Типовые архитектуры, области применения, примеры использования КС (4 часа)

Понятие КС и основные области применения. История развития КС. Классификация. Характеристики КС. Основные принципы разработки. Типовые структуры и основные технологии.

Тема 1.2 Типовые элементы КС (8 часов)

Аппаратные средства цифровых систем и устройств. Типовые элементы, их назначение, внутреннее устройство, сферы и особенности применения. Типовые измерительные и исполнительные устройства и принципы их работы.

Тема 1.3 Оценка системных параметров КС (4 часа)

Понятие информационно-измерительных систем. Типовая структура измерительного канала. Системные параметры КС и методы их оценки. Основы метрологии.

Раздел 2. Разработка алгоритмов и программ на языке Python (36 часов)

Тема 2.1 Введение в Python (2 часов)

Краткий обзор Python. Базовые типы и конструкции.

Тема 2.2 Организация кода и окружение (2 часа)

Организация кода и окружение. IDE для программирования на Python. Синтаксис языка Python. Типы данных. Установка и использование библиотек.

Тема 2.3 Коллекции (6 часов)

Списки, кортежи и множества. Использование структур данных для обработки данных.

Тема 2.4 Функции (6 часов)

Базовые определения функций. Параметры функций. Рекурсия. Генераторы. Пользовательские и стандартные функции.

Тема 2.5 Структурное программирование (6 часов)

Условный оператор, операции сравнения, логические операции. Оператор цикла While. Оператор for и функция range(), реализация цикла с параметром. Работа с файлами.

Тема 2.6 Объектно-ориентированное программирование (8 часов)

Классы и объекты. Наследование. Особые методы классов. Отладка и тестирование.

Тема 2.7 Хранение данных. SQL / NoSQL (6 часов)

Хранение данных. Базы данных. MySQL. Redis. Способы, алгоритмы и средства работы с базами данных.

Раздел 3. Разработка алгоритмов и программ на языке C/C++ (28 часов)

Тема 3.1 Введение в язык программирования C (1 час)

Краткий обзор C/C++. Базовые типы и конструкции.

Тема 3.2 Переменные и типы данных (4 часа)

Основные понятия языка. Переменные и типы данных. Операции и выражения. Битовые операции.

Тема 3.3 Операторы ветвления (6 часов)

Логические выражения. Условный оператор. Оператор выбора. Перечисляемый тип данных.

Тема 3.4 Операторы цикла (6 часов)

Виды циклов. Вложенные циклы. Структурное программирование.

Тема 3.5 Массивы (5 часов)

Одномерные массивы. Двумерные массивы. Методы сортировки. Методы поиска.

Тема 3.6 Функции (6 часов)

Понятие функции. Функции и массивы. Локальные, глобальные и статические переменные.

Раздел 4. Устройства цифровой обработки сигналов (52 часа)

Тема 4.1 Аппаратное обеспечение и программирование микроконтроллеров (22 часа)

Понятие микропроцессоров и микроконтроллеров, их возможности и сферы применения. Порты ввода-вывода информации. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Теорема Котельникова. Потеря информации при оцифровке сигналов. Основы цифровой обработки сигналов. Широтно-импульсная модуляция. Цифровые интерфейсы. Программирование микропроцессорных средств. IDE для программирования микропроцессорных средств.

Тема 4.2 Аппаратное обеспечение и программирование одноплатных компьютеров (15 часов)

Одноплатные компьютеры. Операционная система Linux и особенности ее использования. Преимущества и недостатки использования операционной системы. Работа с цифровыми интерфейсами. Применение одноплатных компьютеров для обработки данных. Создание пользовательского интерфейса. Обработка звуковых и видеосигналов. Конечные автоматы и особенности их применения.

Тема 4.3 ПЛИС и основы их конфигурирования (15 часов)

Технология ПЛИС и ее использование в устройствах обработки сигналов. Особенности программирования ПЛИС. Языки описания аппаратуры. Этапы разработки проекта, содержащего ПЛИС. Основы конфигурирования ПЛИС. Примеры реализации устройств обработки сигналов на базе ПЛИС.

Раздел 5. Передача данных через телекоммуникационные сети и системы (12 часов)

Тема 5.1 Принципы передачи данных в сети Интернет (4 часа)

Эталонная модель взаимодействия открытых систем. Основные принципы функционирования сети Интернет. Базовые принципы передачи информации по телекоммуникационным сетям.

Тема 5.2 Базовые протоколы передачи данных (4 часа)

Протоколы передачи данных через телекоммуникационные сети. Беспроводные и проводные технологии передачи данных. Облачные, граничные и туманные технологии. Использование облачных вычислений для решения практических задач.

Тема 5.3 Интернет вещей (4 часа).

Современное состояние технологий Интернета вещей. Типовые структуры Интернета вещей. Цифровые двойники. Онлайн сервисы для разработки устройств Интернета вещей. Создание систем Интернета вещей.

Раздел 6. Применение машинного обучения в киберфизических системах (20 часов)

Тема 6.1 Понятие и основные принципы машинного обучения. Обучение с учителем и без учителя (2 часа)

Понятие машинного обучения. Задачи и особенности обучения с учителем и без учителя. Понятие обучающей выборки. Проблема переобучения и способы борьбы с ним. Самообучающиеся нейронные сети. Примеры существующих систем на основе машинного обучения.

Тема 6.2 Линейные алгоритмы машинного обучения (8 часов)

Линейные алгоритмы. Математическая постановка задачи обучения. Функционал ошибки. Аналитическое решение задачи обучения для линейных моделей. Градиентные методы обучения. Метрики качества обучения. Понятие регуляризации. Решение практических задач.

Тема 6.3 Решающие деревья и их композиции. Случайный лес (2 часа)

Бинарные решающие деревья. Особенности их использования. Небинарные деревья. Проблема переобучения решающих деревьев. Композиции деревьев. Алгоритм random forest.

Тема 6.4 Нейронные сети: основные понятия, принципы обучения, применение (8 часов)

Основные особенности нейробиологических структур и их преимущества. Принцип строения биологического нейрона: его составные части и их функции. Построение математической модели искусственного нейрона. Архитектура соединения искусственных нейронов, полносвязные и слабосвязные сети, сети прямого распространения и рекурсивные сети. Примеры различных типов нейросетей. Принцип работы нейросети на примере распознавания рукописных букв. Алгоритм обратного распространения ошибки.

Раздел 7. Информационная безопасность киберфизических систем (20 часов)

Тема 7.1 Информационная безопасность: основные понятия, термины, определения (2 часа)

Конфиденциальность, целостность, доступность. Угрозы, уязвимости, риски. Классификация защитных мер. Принципы проектирования СЗИ. Управление рисками ИБ.

Тема 7.2 Контроль доступа. Идентификация и аутентификация субъектов. (6 часов)

Санкционированный и несанкционированный доступ. Идентификация и аутентификация. Политики безопасности. Дискреционные и мандатные модели. Парольные и технические средства идентификации и аутентификации. Функции хеширования. Протоколы локальной и удаленной аутентификации.

Тема 7.3 Криптографическая защита информации (8 часов)

Традиционные симметричные шифры. Шифры гаммирования. ГПСЧ. Формирование гаммы шифра. Блочные шифры. Поточные шифры. Режимы работы блочных шифров. Элементы теории чисел. Однонаправленные функции. Обмен ключами. Протокол Диффи-Хеллмана.

Тема 7.4 Контроль целостности и подлинности передаваемой информации (4 часа)

Основные угрозы, направленные на нарушение целостности и подлинности информации. Электронная подпись. Схема установки и проверки электронной подписи. Имитовставки.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
1	1.1	Введение в киберфизические системы	2
1	1.2	Исследование типовых элементов КС и их передаточных характеристик	4
1	1.3	Оценка точностных и временных системных параметров	2
2	2.2	Работа в IDE Python	2
2	2.3	Использование структур данных для решения задач	2
2	2.4	Функции Python: особенности и применение	4
2	2.5	Применение структурного программирования для обработки данных	3
2	2.6	Создание приложений на основе объектно-ориентированного программирования	4
2	2.7	Создание и применение баз данных	2
3	3.2	Типы данных языка C	2
3	3.3	Принятие решений на основе операторов ветвления	3
3	3.4	Статистическая обработка временных рядов	3
3	3.5	Алгоритмы сортировки массивов	3
3	3.6	Особенности реализации функции на языке C	3
4	4.1	Аналого-цифровое преобразование и его особенности	4
4	4.1	Ввод и анализ сигналов с датчиков	4
4	4.1	Формирование временных интервалов и ШИМ-сигналов	4
4	4.2	Работа с файлами	2
4	4.2	Создание интерфейса пользователя	4
4	4.2	Работа с портами ввода-вывода	4
4	4.3	Описание комбинационных схем	2
4	4.3	Последовательная логика на ПЛИС	3
5	5.1	Web-запросы и их применение для обмена информацией	2

5	5.2	Протоколы MQTT	2
5	5.3	Создание серверного приложения	2
6	6.2	Классификация на основе линейных моделей	4
6	6.4	Распознавание образов на основе нейросетевых алгоритмов	4
7	7.2	Идентификация и аутентификация субъектов	2
7	7.3	Симметричные шифры	2
7	7.3	Асимметричные шифры	2
7	7.4	Функции хеширования и электронная подпись	2

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
Лаборатории КНИТУ-КАИ	Лекции Лабораторные работы	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, Microsoft Windows, Microsoft Office Pro Plus 2013/2010, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, Blackboard. Персональные компьютеры под управлением операционной системы Microsoft Windows 10, среда программирования Microsoft Visual Studio 2017 (или выше), программный пакет MathLab, Adobe Reader, Microsoft Office Pro Plus 2013/2010, программный пакет Anaconda, PyCharm, Arduino IDE

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

5.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Афонин, В.Л. Интеллектуальные робототехнические системы [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Л. Афонин, В. А. Макушкин. – М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2016. – 222 с.
2. Баран Е.Д. LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы / Е.Д. Баран. – М.: ДМК, 2009. – 448 с.
3. Барсегян, А.А. Анализ данных и процессов / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, И.И. Холод, М.Д. Тесс, С.И. Елизаров. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009.
4. Бибило П.Н. Основы языка VHDL: Учебное пособие / П.Н. Бибило. – 5-е. изд. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 328 с.
5. Бишоп, К.М. Распознавание образов и машинное обучение / Кристофер М. Бишоп ; перевод с английского Д. А. Ключина. - Москва ; Санкт-Петербург : Диалектика, 2020.
6. Бузов, Г.А. Практическое руководство по выявлению специальных технических средств несанкционированного получения информации [Электронный ресурс]

- : Справочное издание / Г.А. Бузов. Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. 240 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/111026> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] : монография / А.И. Галушкин. Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. 496 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/111043> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей
 8. Гергель, В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем : учебник для студ. вузов / В.П. Гергель. Москва : Изд-во МГУ, 2010. 544 с.
 9. Глухих, И.Н. Интеллектуальные информационные системы : учеб. пособие для студ. высш. проф. образ-я / И.Н. Глухих. Москва : Академия, 2010. 112 с.
 10. Голиков, А.М. Защита информации от утечки по техническим каналам [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.М. Голиков. Москва : ТУСУР, 2015. 256 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/110328> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.
 11. Горбаченко, В.И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети [Электронный ресурс] : Учебное пособие Для вузов / В.И. Горбаченко. Москва : Юрайт, 2018. 103 с. URL: <https://urait.ru/bcode/415595> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авто-риз. пользователей.
 12. Груздев, А.В. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics, R и Python. Метод деревьев решений и случайный лес. Цветное издание / А.В. Груздев. – М.: ДМК Пресс, 2017.
 13. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвиль. – М.: ДМК Пресс, 2017.
 14. Дубков, И.С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.С. Дубков, П.С. Сташевский, И.Н. Яковина. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 80 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/118206> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: по подписке.
 15. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Дьяконов. Москва : СОЛОН-Пресс, 2009. 456 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/13727> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.
 16. Евдокимов Ю.К. LabVIEW в научных исследованиях / Ю.К. Евдокимов, В.Р. Линдваль, Г.И. Щербаков – М.: ДМК-Пресс, 2012. – 400 с.
 17. Исаева, М.Ф. Техническая защита информации [Электронный ресурс] : Учебное пособие / М.Ф. Исаева. Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. 49 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/101600> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.
 18. Кэлер, А. Изучаем OpenCV 3 / А. Кэлер, Г. Брэдски. – М.: ДМК Пресс, 2017.
 19. Лацис, А.О. Параллельная обработка данных : учеб. пособие для студ. вузов / А.О. Ла-цис. Москва : Академия, 2010. 336 с.
 20. Ли, П. Архитектура интернета вещей [Электронный ресурс] / П. Ли. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 454 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/112923> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: по подписке.
 21. Лутц М. Изучаем Python. Том 1. СПб.: Диалектика, 2019 г. – 832 С.

22. Макаров, С.Л. Arduino Uno и Raspberry Pi 3: от схемотехники к интернету вещей [Электронный ресурс]: руководство / С.Л. Макаров. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 204 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/116131> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: по подписке.
23. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца / К. Максфилд. – М.: Додэка-XXI, 2007. – 410 с.
24. Орельен, Ж. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем.: Пер. с англ. / Ж. Орельен. – СПб.: ООО «Альфа-книга», 2018.
25. Петровский, В.И. Комплексная защита информации на предприятии: Учеб. пособие / В.И. Петровский, В.В. Петровский, В.И. Глова // Т.1 : Организационная защита информации. Казань : Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2012. 439 с.
26. Плас Вандер Дж. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб.: Питер, 2022. – 576 С.
27. Потехин Д.С. Разработка систем цифровой обработки сигналов на базе ПЛИС / Д.С. Потехин, И.Е. Тарасов. – М.: Горячая Линия. – Телеком, 2007. – 250 с.
28. Приемышев, А.В. Технологии создания интеллектуальных устройств, подключенных к Интернет: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Третьяк, О.А. Коршакова. – Москва: Лань, 2018. – 100 с.
29. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход, 2 изд.: Пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2016.
30. Рашка, С. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow, 2 изд.: Пер. с англ. / С. Рашка, В. Мирджалили. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019.
31. Ромаш Э.М. Электронные устройства информационных систем и автоматики: учебник для студ. вузов / Э.М. Ромаш, Н.А. Феоктистов, В.В. Ефремов. – 2-е изд. – М.: Дашков и К°, 2012. – 248 с. – 20 экз.
32. Сирота, А.А. Методы и алгоритмы анализа данных и их моделирование в MATLAB/ А.А. Сирота. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016.
33. Технологии создания интеллектуальных устройств, подключенных к интернет [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Третьяк, О.А. Коршакова. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2018. – 100 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/103911> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: по подписке.
34. Трофимов, В.Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] / В. Б. Трофимов. – Москва: Инфра-Инженерия, 2016. – 232 с.
35. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие для студ. вузов / Е.П. Угрюмов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 816 с. – 70 экз.
36. Флак, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают данные из знаний.: Пер. с англ. / П. Флак. – М.: ДМК Пресс, 2015.
37. Шалагин С.В. Представимость полиномиальных функций над полем Галуа в базисе ПЛИС класса FPGA: монография / С.В. Шалагин. – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2016. – 184 с. – 7 экз.
38. Шалев-Шварц, Ш. Идеи машинного обучения: от теории к алгоритмам / пер. с англ. А.А. Слинкина / Ш. Шалев-Шварц, Ш. Бен-Давид. – М.: ДМК Пресс, 2019.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. База данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений «Knovel» издательства «Elsevier» URL: www.knovel.com.
2. Веб-платформа для тестирования описаний цифровых устройств [Электронный ресурс] // EDA Playground. URL: <https://www.edaplayground.com/> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: свободный.
3. Денисов, Е.С. Устройства обработки сигналов на программируемых логических интегральных схемах [Электронный ресурс] / Е.С. Денисов // Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ. URL: https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_97801_1&course_id=_9859_1 (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Знаниум: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.com> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Лань: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ [Электронный ресурс]. URL: <https://kai.ru/web/naucno-tehniceskaa-biblioteka> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: свободный.
7. Онлайн сервис для разработки и моделирования микропроцессорных систем [Электронный ресурс]. <https://www.tinkercad.com/> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: свободный.
8. Онлайн сервис для разработки программ облачных вычислений [Электронный ресурс]. URL: <https://repl.it/> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: свободный.
9. Онлайн сервис для разработки устройств Internet of Things [Электронный ресурс]. URL: <https://ifttt.com/> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: свободный.
10. Онлайн сервис для разработки устройств Internet of Things [Электронный ресурс]. URL: <https://righotech.io/> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: свободный.
11. Онлайн сервис для разработки устройств Internet of Things [Электронный ресурс]. URL: <http://dweet.io/> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: свободный.
12. Официальный сайт Министерства науки и образования Российской Федерации.
13. Портал дистанционного обучения D-link [Электронный ресурс] — Режим доступа <https://learn.dlink.ru>
14. Сайт КНИТУ-КАИ.
15. Ссылка на инструкции по использованию информационных ресурсов на сайте КНИТУ-КАИ (<http://kai.ru>).
16. Технологии анализа данных [Электронный ресурс]. – URL: <https://basegroup.ru/>
17. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
18. Электронная образовательная платформа Stepik [Электронный ресурс]: URL: <https://stepik.org/> – Режим доступа: по регистрации (по логину и паролю) (дата обращения 15.04.2023)

19. ЮРАЙТ: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru> (дата обращения: 15.04.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе

1. Программно-аппаратные средства подготовки и демонстрации презентаций.
2. Программно-аппаратное обеспечение лабораторных работ.
3. Образовательные ресурсы КНИТУ-КАИ.
4. Образовательные ресурсы сети Интернет.

6. Оценка качества освоения программы

Итоговая аттестация проводится в форме выполнения практического задания и дает возможность участникам программы переподготовки применить полученные знания на практике, обменяться мнениями, опытом, задать вопросы и получить на них ответы, а также подвести итоги всей программы и наметить перспективные планы последующей профессиональной деятельности.

Окончательная оценка качества освоения программы выражается в зачете или не зачете. Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку «зачтено».

Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации – экзамен, зачет с оценкой
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Неудовлетворительно

7. Кадровые условия реализации программы

В реализации программы принимают участие ведущие преподаватели КНИТУ-КАИ и ведущие специалисты из реального сектора экономики.

8. Составители программы

Денисов Е.С., канд. техн. наук, доцент кафедры радиоэлектроники и информационно-измерительной техники.

Никишина Г.В., канд. техн. наук, доцент кафедры радиоэлектроники и информационно-измерительной техники.