

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.09.2023 11:16:20
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Организация и программирова-
ние интеллектуальных систем»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

по профилю

«Организация и программирование интеллектуальных систем»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

к.т.н., доцент Буренева О.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ
19.01.2022, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	ВТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

Дисциплина «Аппаратное обеспечение систем искусственного интеллекта» посвящена изучению оборудования, на котором реализация алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) наиболее эффективна. Задачи ИИ могут выполняться на любых процессорах, но большинство моделей машинного обучения требуют применения специализированных аппаратных средств с соответствующими характеристиками. В рамках дисциплины будут изучены аппаратные решения, обеспечивающие компромисс между быстродействием, эффективностью, точностью и гибкостью при решении задач ИИ, показаны способы выбора аппаратной базы для конкретных видов задач, рассмотрены ограничения аппаратных технологий и способы их преодоления.

SUBJECT SUMMARY

«HARDWARE FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS»

The discipline "Hardware for Artificial Intelligence Systems" is devoted to the study of hardware that provides effective implementation of artificial intelligence (AI) algorithms. AI tasks can be executed on any processor, but the majority of machine learning models require specialized hardware with appropriate characteristics. Students will study hardware solutions that provide a compromise between speed, efficiency, accuracy, and flexibility when solving AI problems; ways to choose hardware for specific types of problems; the limitations of hardware technology and methods for overcoming them.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины -приобретение знаний и практического опыта в области разработки и применения аппаратных средств при решении задач искусственного интеллекта.

2. Для достижения поставленной цели дисциплина предполагает решение следующих задач:

- изучение основных платформ моделирования и аппаратной реализации элементов нейронных сетей;
- изучение архитектур нейрочипов и нейрокомпьютеров;
- знакомство с перспективами развития аппаратных средств искусственного интеллекта;
- приобретение навыков исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение специфических нейросетевых технологий, применяемых в различных задачах ИИ.

3. В результате освоения дисциплины студент должен получить знания в области:

- платформ моделирования нейронных сетей;
- архитектуры нейрочипов и нейрокомпьютеров;
- перспективы развития вычислительной техники.

4. В результате освоения дисциплины студент освоить умения:

- реализовывать аппаратные модели элементов нейронных сетей;
- осуществлять осознанный выбор архитектуры, соответствующей выбранным аппаратным средствам выполнения вычислений в задачах ИИ;
- читать и критически анализировать специальную литературу по нейрокомпьютерам.

5. В результате освоения дисциплины студент освоить навыки:
- проектирования архитектуры элементов нейронной сети;
 - разработки архитектуры для аппаратной реализации нейронной сети.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Организация ЭВМ и систем»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Введение в искусственный интеллект»

2. «Введение в разработку интеллектуальных систем»

3. «Элементная база цифровых систем»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-0	Способен разрабатывать информационные модели и применять их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ПК-0.1</i>	<i>Знает современные виды информационных моделей, применяемых при решении задач профессиональной деятельности</i>
<i>ПК-0.2</i>	<i>Создает и модифицирует информационные модели для решения задач профессиональной деятельности</i>
<i>ПК-0.3</i>	<i>Применяет информационные модели для решения задач профессиональной деятельности</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение. Базовые понятия искусственного интеллекта (ИИ).	2	2		4
2	Интеллектуальные технологии киберфизических систем	4	4		8
3	Аппаратные элементы систем ИИ	4	12		12
4	Реализация ИИ на базе процессоров	4	0		12
5	Реализация ИИ на базе GPU технологий	4	0		8
6	Реализация ИИ на базе программируемых логических интегральных схем	6	12		12
7	Нейропроцессоры	4	2		8
8	Аналоговые технологии в задачах ИИ	4	2		8
9	Заключение	2	0	1	3
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение. Базовые понятия искусственного интеллекта (ИИ).	Предмет, объем, содержание, цели и задачи дисциплины. Связь с другими дисциплинами. Обзор литературы по курсу. Проблемы реализации систем ИИ. Области применения систем ИИ.
2	Интеллектуальные технологии киберфизических систем	Модульное проектирование аппаратного обеспечения. Получение и первичная обработка информации. Аппаратные средства обработки информации. Интеллектуальная обработка информации.
3	Аппаратные элементы систем ИИ	Модели нейронов.
4	Реализация ИИ на базе процессоров	Стандартные CPU и их кластеры. Специализированные процессоры для решения задач ИИ. Аппаратные ускорители. Применение DSP для построения нейросред.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Реализация ИИ на базе GPU технологий	GPU как эффективный эмулятор нейронных сетей. Архитектура GPU. GPGPU. Технология CUDA. Нейросетевые библиотеки на GPU.
6	Реализация ИИ на базе программируемых логических интегральных схем	Классификация ПЛИС. Применение ПЛИС для создания нейрочипов.
7	Нейропроцессоры	Систолические процессоры. Нейроморфные процессоры. Тензорные процессоры.
8	Аналоговые технологии в задачах ИИ	Аналоговые вычислители. Аналоговые нейроны. Bitstream вычислители. Поточковые нейроны. Реализация потоковых нейронов на цифровой элементной базе.
9	Заключение	Перспективы развития элементной базы для аппаратных реализаций ИИ.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Комплементарная КМОП-схемотехника	2
2. Ключевая КМОП-схемотехника	2
3. Запоминающие устройства	2
4. Сумматоры и полусумматоры	2
5. Схемы ускоренного переноса	2
6. Счетчики	4
7. Умножители на сдвигающих регистрах и сумматорах	4
8. Матричные умножители	2
9. Многослойные матричные умножители	2
10. МУ с группировкой разрядов множителя	4
11. Конвейерные МУ	4
12. Бит-поточковые вычислители	4
Итого	34

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	16
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	23
ИТОГО СРС	75

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Сафьянников Н. М. Информационно-измерительные преобразователи киберфизических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов, 2020. -236 с.	неогр.
2	Рассел, Стюарт. Искусственный интеллект. Современный подход [Текст] : [пер. с англ.] / С. Рассел, П. Норвинг, 2020. -1407 с.	10
Дополнительная литература		
1	Горячев, Александр Вадимович. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Горячев, Н. Е. Новакова, 2014. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
2	Потопахин В. В. Романтика искусственного интеллекта [Электронный ресурс], 2017. -170 с.	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Альманах "Искусственный интеллект" https://aireport.ru/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11429>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Аппаратное обеспечение искусственного интеллекта» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 51	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	52 – 67	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	68 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	85 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Допуск к дифференцированному зачету осуществляется на основании выполнения и защиты практических работ на коллоквиумах в соответствии с перечнем. Дифференцированный зачет проводится в традиционной устной форме по билетам.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Способы повышения производительности вычислительных устройств. Перечислить, пояснить особенности, указать достоинства и недостатки.
2	Конвейеризация данных и исполняемого кода. Нелинейные и линейные конвейеры.
3	Особенности нелинейных конвейеров (на примере, пример выдается).
4	Микроконтроллеры. Характеристики микроконтроллеров.
5	ПЛИС. Архитектура. Основные особенности.
6	Архитектура GPU и реализация нейронных сетей на GPU.
7	Аналоговые технологии в задачах ИИ. Мемристоры.
8	Цифровая модель нейрона.
9	Ускорители аппаратных вычислений.
10	Процессорные реализации нейросистем.
11	Бит-потокковые преобразователи.
12	Вычисления в бит-потокковой форме.
13	Цифро-аналоговые преобразователи. Основные типы, их характеристики, особенности применения.
14	Аналого-цифровые преобразователи. Основные типы, их характеристики, особенности применения.
15	Типовой тракт ввода данных в вычислительную систему.
16	Типовой тракт ввода данных в интеллектуальную систему.
17	Датчики для измерения физических величин.
18	Особенности измерения величин (скорость движения, скорость вращения, температура, давление) .
19	Микросистемные датчики.
20	МЭМС.
21	Ускорение арифметических вычислений на примере операции умножения.
22	Алгоритм Бута.
23	Сумматор с выбором результата.
24	Манчестерская цепочка.
25	Манчестерская цепочка с ускорением.

26	Принцип построения запоминающих элементов. R-триггер.
27	Принцип построения запоминающих элементов. D-триггер.
28	Принцип построения запоминающих элементов. RS-триггер.
29	Принцип построения запоминающих элементов. S-триггер.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Аппаратное обеспечение искусственного интеллекта** ФК-
 ТИ

1. Архитектура GPU.
2. Аналоговые технологии в задачах ИИ. Мемристоры.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

М.С. Куприянов

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Тема: Аппаратные элементы систем ИИ

Задача. Даны два беззнаковых числа в двоичном формате. Покажите на примере умножения работу алгоритма Бута. Сравните процесс умножения по Буту с классическим умножением. В чем выигрыш? За счет чего он получается?

Тема: Реализация ИИ на базе процессоров

Задача: Дана схема нелинейного конвейера и порядок использования его

блоков для решения конкретной задачи. Определить в какие моменты могут быть запущены повторные вычисления этой же задачи.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Введение. Базовые понятия искусственного интеллекта (ИИ).	
2		Коллоквиум
3	Аппаратные элементы систем ИИ	
4		
5		Коллоквиум
6	Реализация ИИ на базе процессоров	
7		Коллоквиум
8	Реализация ИИ на базе GPU технологий	
9		
10		Коллоквиум
11	Реализация ИИ на базе программируемых логических интегральных схем	
12		
13		Практическая работа
14	Нейропроцессоры	
15		Практическая работа
16	Аналоговые технологии в задачах ИИ	
17		Практическая работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий)

на практических занятиях

Под выполнением практических работ подразумевается подготовка к работе, ее выполнение, подготовка и защита отчета на коллоквиуме. Выполнение практических работ индивидуальное. Оформление отчета студентами осуществляется в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите. Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту, по результатам которой студент получает

допуск на дифференцированный зачет.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях по методикам, описанным выше.

критерии оценивания ответов студентов на коллоквиуме

Отлично - теоретическое содержание тем, выносимых на коллоквиум, освоено полностью, необходимые практические навыки и умения сформированы, практические задания выполнены полностью и качественно.

Хорошо - теоретическое содержание тем, выносимых на коллоквиум, освоено без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные практические задания выполнены, качество выполнения высокое, при этом некоторые фрагменты заданий содержат не критичные ошибки.

Удовлетворительно - теоретическое содержание тем, выносимых на коллоквиум, освоено не полностью, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных практических заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Неудовлетворительно - теоретическое содержание тем, выносимых на коллоквиум, не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные практические задания содержат грубые ошибки.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска.	
Практические занятия	Аудитория	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА
1	18.05.2023	Программа актуальна, изменение не требуется	18.05.2023 , протокол №4	к.т.н., доцент Буренева О.И.	