

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Массово-параллельные вычисления
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Электронных вычислительных машин
Учебный план	09.03.01_26_00_ИИ_ЭВМ.plx 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	66,35	66,35	66,35	66,35
Контактная работа	66,35	66,35	66,35	66,35
Сам. работа	69	69	69	69
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Муратов Евгений Рашитович

Рабочая программа дисциплины

Массово-параллельные вычисления

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929)

составлена на основании учебного плана:

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

утвержденного учёным советом вуза от 20.05.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных вычислительных машин

Протокол от 13.05.2026 г. № 11

Срок действия программы: 2025-2029 уч.г.

Зав. кафедрой Костров Борис Васильевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2029 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2030 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Специализированные ЭВМ» является получение знаний:
1.2	• о методах представления, хранения, обработки и передачи информации в вычислительных системах специализированного назначения;
1.3	• о специализации и проблемной ориентации математического обеспечения, аппаратных и программных средств в вычислительных системах;
1.4	• об основных принципах построения вычислителей, ЭВМ и систем, их архитектуре, структурной, функциональной и программной организации;
1.5	• о методах отладки и настройки аппаратуры с специализированными вычислителями;
1.6	• о вычислительных системах высокой производительности для решения задач определенного класса;
1.7	• о методах проектирования специализированных устройств различного назначения.
1.8	Целью дисциплины является формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, а также компетенций, определенных в соответствии с компетентностно-ролевой моделью, разработанной ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» в рамках проекта ТОП-ИИ, в результате освоения которых обучающийся сможет проводить настройку существующих моделей искусственного интеллекта, дообучение моделей искусственного интеллекта, использование ранее созданных программных библиотек и фреймворков для решения прикладных задач в сфере проектирования и эксплуатации программно-аппаратных комплексов обработки мультимедийных данных.
1.9	Задачи дисциплины:
1.10	• получение практических навыков работы с архитектурой специализированных вычислительных машин и систем на основе различных технологий обработки сигналов;
1.11	• получения сведений о структурной организации современных специализированных вычислителей;
1.12	• методикой проектирования специализированных вычислителей с использованием современной элементной базы (ПЛИС, контроллеры, микропроцессоры и др.);
1.13	• методами оценки, выбора и проектирования структур вычислителей для решения задач реального времени.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Прикладные проекты машинного обучения
2.1.2	Промышленное программирование на Java
2.1.3	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.4	Программирование прикладных информационных систем на платформе 1С
2.1.5	Проектирование специализированных цифровых устройств
2.1.6	Основы систем ИИ
2.1.7	Методологии разработки решений на основе ИИ
2.1.8	Организация коллективной разработки программного обеспечения
2.1.9	Технологии, стандарты и протоколы вычислительных сетей
2.1.10	Техническое документирование
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Искусственный интеллект в задачах бизнес-анализа и проектирования информационных систем
2.2.4	Сопровождение программных систем
2.2.5	Управление качеством программных систем

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПК-2: Способен проектировать и разрабатывать программное обеспечение
ПК-2.1. Проектирует и разрабатывает программное обеспечение

Знать современные архитектурные концепции, применяемые при проектировании специализированных ЭВМ Уметь оценивать применимость вычислительных устройств в решении поставленной задачи с учетом заданных требований Владеть навыками разработки, изменения и согласования архитектуры
ПК-2.2. Применяет современные инструментальные средства при разработке программного обеспечения
Знать средства проектирования и оценки программного обеспечения специализированных ЭВМ и их интерфейсов Уметь пользоваться средствами проектирования программ для вычислительных устройств Владеть навыками оценки характеристик вычислительного устройства
ПК-5: Способен осуществлять программно-аппаратную реализацию алгоритмов цифровой обработки информации
ПК-5.1. Проектирует и реализует программно-аппаратное описание алгоритмов цифровой обработки информации
Знать современные интерфейсы взаимодействия с вычислительными устройствами и протоколы обмена данными с датчиками и исполнительными механизмами Уметь применять типовые решения и технологии при разработке специализированных вычислительных систем Владеть навыками сопряжения вычислительных устройств с аппаратными и программными средствами
ПК-5.2. Выполняет аргументированный выбор программно-аппаратных средств реализации алгоритмов цифровой обработки информации
Знать современные методы проектирования цифровых систем. Основные задачи этапа функционально-логического проектирования и связь этого этапа с другими этапами в общем маршруте проектирования БИС Уметь взаимодействовать с вычислителями на аппаратном уровне Владеть навыками проектирования программно-аппаратного описания алгоритмов
ПК-9: Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ (PL-4)
ПК-9.1. Разрабатывает и отлаживает эффективные многопоточные решения на C++, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений
Знать инструменты для создания прикладных систем с ИИ, методы и подходы синхронизации доступа к данным на программном и аппаратном уровнях Уметь моделировать и проектировать блоки обработки потоковых данных в прикладных системах ИИ и оценивать их производительность Владеть навыками применения атомарных операций и механизмов блокировок для программных и аппаратных реализаций вычислений в прикладных системах ИИ
ПК-9.2. Разрабатывает и отлаживает системы ИИ на C++ под конкретные аппаратные платформы с ограничениями по вычислительной мощности, в том числе для встроенных систем
Знать современные методы подходы для квантования весов и адаптации модели к требованиям NPU модулей Уметь использовать toolkit's для конвертирования существующих моделей под требования NPU, производить их отладку Владеть навыками разработки и отладки популярных моделей нейросетей на ARM с NPU в реальном времени
ПК-17: Способен проводить передовые исследования в области управления, решения, агентных и мультиагентных систем (FC-3)
ПК-17.1. Исследует и создает агентные системы

Знать современные подходы оптимизации вычислений без потери для этапов обучения и референса нейросетей
Уметь Уметь сжимать веса нейронных сетей, оптимизировать, обрезать с минимальной потерей точности, для реализации их на программном уровне
Владеть навыками использования NPU известных производителей чипов и использования GPU, применительно к выполнению алгоритмов ИИ
ПК-17.2. Исследует и создает мультиагентные системы
Знать современные методы оптимизации вычислений без потери точности с учетом аппаратных особенностей конкретного вычислителя
Уметь Уметь сжимать веса нейронных сетей, оптимизировать, обрезать с минимальной потерей точности, для реализации их на аппаратном уровне
Владеть навыками использования библиотек и toolkit ов для оптимизации обработки данных нейронных моделей

ПК-22: Способен применять JVM-совместимые языки программирования для решения задач в области ИИ (PL-2)
ПК-22.2. Разрабатывает и поддерживает системы обработки больших данных различной степени сложности
Знать Архитектурные принципы построения систем обработки больших данных; Особенности использования JVM-совместимых языков программирования (Java, Kotlin, Scala) для разработки высокопроизводительных вычислительных приложений;
Уметь Разрабатывать программные компоненты обработки больших объемов данных на JVM-совместимых языках программирования; использовать библиотеки и фреймворки для распределенной обработки данных и интеграции с аппаратными ускорителями вычислений.
Владеть Навыками разработки многопоточных и параллельных приложений на JVM-платформе; навыками проектирования и сопровождения вычислительных модулей для систем искусственного интеллекта;

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1 Знать:
3.1.1 архитектуры вычислителей, интерфейсы и протоколы взаимодействия с вычислительными устройствами
3.2 Уметь:
3.2.1 применять типовые решения, и создавать новые при разработке вычислительных устройств
3.3 Владеть:
3.3.1 средствами разработки аппаратной и программной частей вычислительных устройств

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Сферы применения специализированных вычислителей, их состав и характеристики					
1.1	Сферы применения специализированных вычислителей, их состав и характеристики /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен
1.2	Задачи, решаемые специализированными вычислителями. Особенности применения аналоговых и цифровых вычислителей. Общий обзор применения специализированных вычислителей. Классы задач, решаемые вычислителем. Требования, предъявляемые к бортовым вычислителям. Тенденция развития вычислительных устройств. Закон Мура. Закон Амдала. Сфера применения много ядерных и	7	2	ПК-2.1-3	Л1.1 Л1.4Л2.4 Э7 Э8	Контрольные вопросы. Экзамен
1.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	7	2	ПК-2.1-3	Л1.1 Л1.4Л2.4	Контрольные вопросы. Экзамен
	Раздел 2. Типовые элементы аппаратной архитектуры вычислителя					

2.1	Типовые элементы аппаратной архитектуры вычислителя /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен
2.2	Цифровые автоматы, частота, тайминги, задержки, латентность, базовые блоки цифровых вычислителей (регистры, сдвиговые регистры, блоки памяти, очереди, мультиплексоры). Состав бортовых вычислителей. Состав вычислителей автономных и управляемых роботизированных систем. Состав СуперЭВМ. Состав графических станций. Состав промышленных компьютеров. Состав и требования к вычислителям в составе оборудования связи. Состав и характеристики вычислителей для обработки видео потока. /Лек/	7	2	ПК-2.1-3	Л1.3 Л1.2Л2.1 Э5	Контрольные вопросы. Экзамен
2.3	Изучение конспекта лекций. Анализ составных аппаратных блоков специализированных вычислителей путем чтения литературы из списка перечня учебно-методического обеспечения. /Ср/	7	2	ПК-2.1-3	Л1.3 Л1.2Л2.1 Э5	Контрольные вопросы. Экзамен
	Раздел 3. Методы оценки и повышения производительности вычислителей					
3.1	Методы оценки и повышения производительности вычислителей /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен
3.2	Типы обрабатываемых данных, особенности fix point и float point арифметики. Единицы измерения производительности вычислителей. Критерии и особенности сравнительной оценки производительности вычислительных систем. Подходы к оценке производительности нейронных вычислений. МАС операции. Методика оценки производительности выполнения сверточных нейронных сетей. Пиковая производительность вычислителей. Реальная производительность. Узкие места влияющие на конечную производительность. Подходы к оценке производительности систем обработки больших данных. Масштабируемость вычислительных решений. Оценка пропускной способности конвейеров обработки данных. /Лек/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-5.1-В ПК-22.2-3	Л1.1 Л1.4Л2.1 Э1 Э7 Э8	Контрольные вопросы. Экзамен
3.3	Изучение конспекта лекций. Обзор требований к производительности вычислителей для выполнения различных моделей нейронных сетей (сеть интернет). /Ср/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-5.1-3 ПК-22.2-3	Л1.1 Л1.4Л2.1 Э1	Контрольные вопросы. Экзамен
	Раздел 4. Низкоуровневые языки проектирования вычислителей					
4.1	Низкоуровневые языки проектирования вычислителей /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен
4.2	Развитие и состав FPGA. Языки синтеза схем. Особенности синтеза вычислителей на базе FPGA. Возможности САПР для FPGA. Основы Verilog. Основы HLS. IDE для синтеза и симуляции проектируемых устройств. Подходы к отладке кода. /Лек/	7	2	ПК-2.2-3	Л1.3Л2.4 Э1	Контрольные вопросы. Экзамен

4.3	Реализация pipeline свертки на C++ и исследование характеристик производительности. /Лаб/	7	4	ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.2Л3.1 Э1	Отчет по лабораторной работе
4.4	Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе. Закрепления знания по языкам Verilog и HLS путем чтения литературы из списка перечня учебно-методического обеспечения. /Ср/	7	4	ПК-2.2-3	Л1.3 Э1 Э6 Э7 Э8	Контрольные вопросы. Экзамен
	Раздел 5. Подходы к проектированию высокопроизводительных вычислителей.					
5.1	Подходы к проектированию высокопроизводительных вычислителей. /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен
5.2	Конвейерные, многопоточные и распределенные подходы к построению высокопроизводительных вычислительных систем обработки данных. Поточные модели обработки больших данных. Организация вычислительных конвейеров для задач ИИ. Особенности масштабирования вычислительных процессов. Низкоуровневая конвейерная реализация сверточных слоев, FIR фильтров, функций активации (ReLU, сигмоид, гипер синус, гипер тангенс), ячейки LSTM. Низкоуровневое понимание многопоточности. Проблемы многопоточности. Барьеры, семафоры и их аппаратная реализация. Особенности реализации вычислительных конвейеров на JVM-платформе. /Лек/	7	6	ПК-2.1-3 ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-9.1-3 ПК-9.2-3 ПК-17.1-3 ПК-17.2-3 ПК-22.2-3	Л1.3 Л1.2Л2.4 Э2	Контрольные вопросы. Экзамен
5.3	Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе. Изучение методических указаний, подготовка к практическим работам. Изучение подходов к синхронизации потоков в многопоточных приложениях путем чтения литературы из списка перечня учебно-методического обеспечения. /Ср/	7	10	ПК-2.1-3 ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-9.1-3 ПК-9.2-3 ПК-17.1-3 ПК-17.2-3	Л1.3 Л1.2Л2.4 Э2 Э3 Э4	Контрольные вопросы. Экзамен
5.4	Реализация pipeline обработки данных и слоев (Max, Min, Avg Pooling) на C++ и исследование характеристик производительности /Лаб/	7	4	ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-17.1-У ПК-17.1-В ПК-17.2-У ПК-17.2-В ПК-22.2-У ПК-22.2-В	Л3.1	Отчет по лабораторной работе
5.5	Реализация pipeline свертки на verilog /Пр/	7	2		Л3.1	Отчет по практическому занятию
5.6	Реализация pipeline ячейки LSTM на verilog. /Пр/	7	2		Л3.1	Отчет по практическому занятию
	Раздел 6. Механизмы обмена данными					
6.1	Механизмы обмена данными /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен

6.2	Подходы к скоростным способам обмена данными. Способы синхронизации. Cross Clocking Domain. Механизмы рукопожатия. Шины передачи данных, Xilinx AXI, DMA, Организация высокоскоростной передачи больших объемов данных между вычислительными узлами. DMA Scatter/Gather. Сериализация – десериализация данных. LVDS. Организация передачи потоков данных в высокопроизводительных и распределенных системах обработки данных. /Лек/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-5.1-3 ПК-9.1-3 ПК-9.2-3 ПК-17.1-3 ПК-17.2-3 ПК-22.2-3	Л1.3 Л1.2Л2.4 Э2 Э6 Э9	Контрольные вопросы. Экзамен
6.3	Реализация pipeline upscaling Conv (upscaling FIR filter) на verilog /Пр/	7	2	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-17.1-У ПК-17.1-В ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л3.1 Э2 Э6	Отчет по практическому занятию
6.4	Реализация pipeline обработки больших массивов данных и multi layer Conv, Conv2D, Conv3D слоев на HLS. /Пр/	7	2	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-17.1-У ПК-17.1-В ПК-17.2-У ПК-17.2-В ПК-22.2-У ПК-22.2-В	Л3.1 Э2 Э6	Отчет по практическому занятию
6.5	Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическим работам. Изучение документации на протокол обмена данными Xilinx AXI. /Ср/	7	11	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-5.1-3 ПК-5.1-У	Л1.3 Л1.2Л2.4 Э2 Э6 Э9	Контрольные вопросы. Экзамен
	Раздел 7. Вычисления на GPU					
7.1	Вычисления на GPU /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен

7.2	Вычисления на GPU. Особенности архитектуры GPU. Суперкомпьютеры на GPU (примеры). OpenCL, Cuda общие сведения. Принцип организации вычислений на гетерогенных вычислительных системах. Архитектурные подходы к обработке больших данных и распределению вычислительной нагрузки между CPU и GPU. Понятия, введенные OpenCL: хост, платформа, устройство, ядро. Модель памяти применяемая в OpenCL. Интерфейс обмена данными. Векторные и скалярные операции обработки данных. Типы данных доступные для обработки. Ограничения при программировании. OpenCL – OpenGL Interoperation. Атомарные операции, барьеры, синхронизация Work items. Использование параллельных вычислений для обработки больших данных. Масштабирование вычислительных задач на GPU-кластерах. /Лек/	7	3,5	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-5.1-3 ПК-9.1-3 ПК-9.2-3 ПК-22.2-3	Л1.3 Л1.2 Э2 Э6	Контрольные вопросы. Экзамен
7.3	Рассмотрение работ, иллюстрирующие современные подходы к аппаратной оптимизации ИИ: планирование гетерогенных мультитиплетных ускорителей (Odema et al., MICRO 2024) и применение ИИ-ускорителей в портативных MPT-системах (Al Habsi et al., arXiv 2025). /Лек/	7	0,5		Л2.2 Л2.3	Беседа по материалу статьи
7.4	Исследование показателей производительности работы кода обработки изображений на OpenCL и CPU (проверка влияния кеша CPU) /Лаб/	7	4	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-У ПК-5.1-В	Л3.1 Э2 Э6	Отчет по лабораторной работе
7.5	Исследование показателей производительности многопоточной обработки данных на Java (ForkJoinPool, Parallel Streams) и OpenCL в задачах искусственного интеллекта. /Лаб/	7	4	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-22.2-У ПК-22.2-В	Л3.1 Э2 Э6	Отчет по лабораторной работе
7.6	Реализация конвейера обработки данных и модели NetworkPrediction landmark на OpenCL /Пр/	7	2	ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-22.2-У ПК-22.2-В	Л3.1	Отчет по практическому занятию
7.7	Реализация слоев модели Yolo на OpenCL. /Пр/	7	2	ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-У ПК-9.2-В	Л3.1	Отчет по практическому занятию
7.8	Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе. Изучение методических указаний, подготовка к практическим работам. Подготовка реферата (эссе) по изученным статьям /Ср/	7	12	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-5.1-3 ПК-5.1-У	Л1.3 Л1.2 Э2 Э6	Контрольные вопросы. Экзамен Эссе
	Раздел 8. Встраиваемые решения (Embedded system)					
8.1	Встраиваемые решения (Embedded system) /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен

8.2	Понятие встраиваемая система. Требования предъявляемые к встраиваемым решениям. Особенности встраиваемых систем. Миниатюризация систем. Минимизация энергии. Работа в реальном времени. Вычислители в реализациях ARM, RISK-V. SoC, SoM исполнение. NPU, DPU ядра. /Лек/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-5.1-3 ПК-17.1-3 ПК-17.2-3	Л1.3 Л1.2Л2.1 Э1	Контрольные вопросы. Экзамен
8.3	Архитектура NPU на примере rockchip rknn, подход к исполнению нейронных моделей на NPU /Лек/	7	2	ПК-17.1-3 ПК-17.2-3	Л1.3 Л1.2Л2.1	
8.4	Программирование микроконтроллеров в среде KeilVision5 на языке C. Создание и настройка проекта /Лек/	7	4	ПК-17.1-3 ПК-17.2-3	Л1.3 Л1.2Л2.1	Отчет по практическому занятию
8.5	Подготовка к переносу и запуску модели Yolo на NPU RKNN /Пр/	7	2	ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-17.1-У ПК-17.1-В ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л3.1	Отчет по практическому занятию
8.6	Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятиям. Анализ состава современных SoC с архитектурами ARM, RISK- V (с использованием интернет). /Ср/	7	12	ПК-2.1-3 ПК-2.2-У ПК-5.1-3 ПК-5.2-У	Л1.3 Л1.2Л2.1 Э1	Контрольные вопросы. Экзамен
	Раздел 9. Объединение идей GPU, NPU, в FPGA					
9.1	Объединение идей GPU, NPU, в FPGA /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен
9.2	IP ядра, Встроенные ARM ядра. DPU ядро Xilinx, конфигурация и синтез. Vitis AI /Лек/	7	4	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-17.1-3 ПК-17.2-3	Л1.3 Л1.2Л2.1 Э6	Контрольные вопросы. Экзамен
9.3	Сборка DPU ядра на Zynq7020 и выполнение Yolo модели с применением Vitis AI. /Пр/	7	2	ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-17.1-У ПК-17.1-В ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л3.1	Отчет по практическому занятию
9.4	Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятиям. Изучение документации Vitis AI от Xilinx. /Ср/	7	14	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-5.2-У	Л1.3 Л1.2Л2.1 Э6	Контрольные вопросы. Экзамен
	Раздел 10. Промежуточная аттестация					
10.1	Промежуточная аттестация /Тема/	7	0			Контрольные вопросы. Экзамен

10.2	Иная контактная работа /ИКР/	7	0,35	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Контрольные вопросы. Экзамен
10.3	Консультация /Кнс/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Контрольные вопросы. Экзамен
10.4	Экзамен /Экзамен/	7	44,65	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-17.1-3 ПК-17.1-У ПК-17.1-В ПК-17.2-3 ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Контрольные вопросы. Экзамен

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Массово-параллельные вычисления»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
---	---------------------	----------	----------------------	-----------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Новиков Ю. В.	Введение в цифровую схемотехнику : учебное пособие	Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020, 392 с.	978-5-4497-0314-9, http://www.iprbookshop.ru/89431.html
Л1.2	Елесина С.И., Муратов Е.Р., Никифоров М.Б.	ЭВМ и периферийные устройства. Устройства ввода-вывода информации: учебник : Учебник	Рязань: КУРС, 2018,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2689
Л1.3	Дэвид М. Х., Сара Л. Х.	Цифровая схемотехника и архитектура компьютера	Москва: ДМК Пресс, 2017, 792 с.	978-5-97060-522-6, https://e.lanbook.com/book/97336
Л1.4	Александров Е. К., Грушвицкий Р. И., Куприянов М. С., Мартынов О. Е., Панфилов Д. И., Ремизевич Т. В., Татаринов Ю. С., Угрюмов Е. П., Шагури И. И., Пузанков Д. В.	Микропроцессорные системы : учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Политехника, 2020, 936 с.	978-5-7325-1098-0, http://www.iprbookshop.ru/94828.html
6.1.2. Дополнительная литература				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Калачев А. В.	Многоядерные процессоры : учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020, 351 с.	978-5-4497-0550-1, http://www.iprbookshop.ru/94853.html
Л2.2		1. Odema M. et al. SCAR: Scheduling Multi-Model AI Workloads on Heterogeneous Multi-Chiplet Module Accelerators // MICRO 2024. — 2024.	, ,	, 0
Л2.3		2. Al Habsi O. et al. Hardware Acceleration in Portable MRIs: State of the Art and Future Prospects // arXiv preprint. — 2025.	, ,	, 0
Л2.4	Гузик, В. Ф., Гушанский, С. М., Ляпунцова, Е. В., Потапов, В. С.	Высокопроизводительные вычислительные системы и квантовая обработка информации : учебное пособие	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021, 202 с.	978-5-9275-3787-7, https://www.iprbookshop.ru/117179.html

6.1.3. Методические разработки				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Елесина С.И., Муратов Е.Р.	Обработка информации с использованием технологии OpenCL : метод. указ.	Рязань, 2015, 40с.	, 1
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: https://iprbookshop.ru/			
Э2	Открытый стандарт для параллельного программирования гетерогенных систем [Электронный ресурс] / KHRONOS group— Режим доступа: https://www.khronos.org/opencv/			
Э3	AMD Vitis-AI Documentation [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://github.com/Xilinx/Vitis-AI			
Э4	AMD Vitis-AI 3.5 Documentation [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://xilinx.github.io/Vitis-AI/3.5/html/index.html			
Э5	Vivado Design Suite User Guide “High-Level Synthesis” UG902 (v2020.1) May 4, 2021 [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://docs.amd.com/v/u/en-US/ug902-vivado-high-level-synthesis			
Э6	Ryan Kastner, Janarbek Matai, and Stephen Neuendorffer. Parallel Programming for FPGAs примеры к книге [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://github.com/KastnerRG/pp4fpgas			
Э7	К.Е. Афанасьев, С.В. Стуколов, А.В. Демидов, В.В. Малышенко. Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование [Электронный ресурс] / Министерство образования Российской Федерации Кемеровский государственный университет — Режим доступа: http://umk.portal.kemsu.ru/mps/			
Э8	Вендров А.М. Современные технологии создания программного обеспечения [Электронный ресурс] / «CitForum». — Режим доступа: http://citforum.ru/programming/application/program/			
Э9	AXI Reference Guide UG761 (v14.3) November 15, 2012. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.xilinx.com/support/documents/ip_documentation/axi_ref_guide/latest/ug761_axi_reference_guide.pdf			
6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем				
6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства				
Наименование		Описание		
Apache OpenOffice		Свободный пакет офисных приложений. Лицензия Apache License 2.0		
Операционная система Windows XP/Vista/7/8/10		Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно		
Keil uVision5		Свободное ПО		
Система программирования Microsoft Visual Studio 2010		Коммерческая лицензия		
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
6.3.2.1	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru			
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1	209 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 14 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 48 мест, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
2	210 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 12 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 44 места, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
3	122 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 10 компьютеров (CPU AMD Phenom II X4 955, 4 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 56 мест, мультимедиа проектор, интерактивная доска, компьютер, специализированная мебель, доска

4	02/1-БИ бизнес-инкубатор. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 12 компьютеров (CPU Intel Core i5-3470, 8 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 64 мест, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
---	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Специализированные ЭВМ»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Костров Борис Васильевич,
Заведующий кафедрой ЭВМ

28.06.26 17:56 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Костров Борис Васильевич,
Заведующий кафедрой ЭВМ

28.06.26 17:56 (MSK)

Простая подпись