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

Программирование специализированных вычислителей

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Вычислительной и прикладной математики**

Учебный план 09.03.04_25_00_ ИИ.plx
09.03.04 Программная инженерия

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**7 (4.1)**		Итого	
Недель	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	24	24	24	24
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. работа	51	51	51	51
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):
д.техн.н., проф., Овечкин Г.В.;к.т.н., доц., Муратов Е.Р.

Рабочая программа дисциплины
Программирование специализированных вычислителей

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 920)

составлена на основании учебного плана:
09.03.04 Программная инженерия
утвержденного учёным советом вуза от 30.01.2026 протокол № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Вычислительной и прикладной математики

Протокол от 01.09.2025 г. № 1
Срок действия программы: 20252029 уч.г.
Зав. кафедрой Овечкин Геннадий Владимирович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Вычислительной и прикладной математики

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
Вычислительной и прикладной математики

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
Вычислительной и прикладной математики

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

Вычислительной и прикладной математики

Протокол от __ _____ 2030 г. № __

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью дисциплины является формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, а также компетенций, определенных в соответствии с компетентостно-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.
1.2	В рамках дисциплины осуществляется освоение студентами средств программирования современных специализированных вычислительных устройств. Лабораторные работы проводятся с использованием кейсов индустриального партнера ООО «Квантрон Групп».
1.3	Задачи:
1.4	- изучение архитектур основных специализированных вычислительных устройств;
1.5	- изучение основы программирования современных специализированных устройств;
1.6	- освоение параллельных алгоритмов решения задач, требующих больших вычислительных ресурсов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Программирование
2.1.2	Архитектура вычислительных систем и сетей
2.1.3	Параллельное программирование
2.1.4	Алгоритмы и структуры данных
2.1.5	Цифровая обработка сигналов (смежная дисциплина)
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Системы компьютерного зрения
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПК-17: Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ (PL-4)
ПК-17.1. Разрабатывает и отлаживает эффективные многопоточные решения на C++, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений (PL-4.1)
Знать способы реализации многопоточного решения **Уметь** использовать языки C/C++ для распараллеливания работы алгоритмов **Владеть** методами верификации и оценки качества работы многопоточного решения
ПК-17.2. Разрабатывает и отлаживает решения на C++, использующие GPU и FPGA для массовой параллелизации вычислений в рамках общей системы ИИ, с применением как готовых решений, так и разработкой своих (PL-4.3)
Знать подходы к программирования на GPU и FPGA **Уметь** использовать OpenCL, CUDA, Verilog для проектирования алгоритмов на GPU и FPGA **Владеть** методами верификации и оценки качества работы алгоритмов на GPU и FPGA

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	- принципы параллельных вычислений;
3.1.2	- необходимость и актуальность параллельных вычислений;
3.1.3	- различия между многозадачностью и многопоточностью;
3.1.4	- определение эффективности параллельного алгоритма;
3.1.5	- подходы к программирования на GPU и FPGA
3.2	**Уметь:**
3.2.1	- применять полученные знания на практике для ускорения решения задач машинного обучения.

3.3	**Владеть:**
3.3.1	- исследования быстродействия параллельных вычислительных систем и разработки параллельных алгоритмов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	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			
1.2	Принципы параллельных вычислений. Необходимость и актуальность параллельных вычислений. Тенденции роста вычислительных мощностей, задачи применения специализированных вычислителей. Требования, предъявляемые к бортовым вычислителям. Тенденция развития вычислительных устройств. Частота, вычислительные единицы, потоки, ядра. Частотные ограничения, параллелизм на уровне команд и данных. Закон Мура. Закон Амдала. Задачи, решаемые специализированными вычислителями. Особенности применения аналоговых и цифровых вычислителей. Общий обзор применения специализированных вычислителей. Классы задач, решаемые вычислителем. Типовые архитектуры вычислителей. /Лек/	7	4	ПК-17.1-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
1.3	Лабораторная работа «Исследование быстродействия параллельных вычислительны систем и разработка параллельных алгоритмов» /Лаб/	7	2	ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Подготовка и сдача лабораторной работы. Зачет
1.4	Проработка учебного материала лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе /Ср/	7	5	ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
1.5	Классификация параллельных архитектур. /Тема/	7	0			
1.6	Классификация параллельных архитектур. Параллелизм на уровне инструкций. Векторные вычисления. Обобщенная систематика Флинна и ее детализация. Понятия мультипроцессора, мультикомпьютера, вычислительного кластера. Особенности применения и доступные для различных архитектур технологии программирования. Топологии сетей передачи данных в мультикомпьютерах. Обзор актуальных архитектур, примеры	7	2	ПК-17.1-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
1.7	Проработка учебного материала лекций. /Ср/	7	6	ПК-17.1-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
	Раздел 2. Типовые элементы аппаратной архитектуры вычислителя					
2.1	Типовые элементы аппаратной архитектуры вычислителя. /Тема/	7	0			

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-17.1-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
2.3	Реализация pipeline свертки на C++ и исследование характеристик производительности. /Лаб/	7	4	ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Подготовка и сдача лабораторной работы. Зачет
2.4	Проработка учебного материала лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе /Ср/	7	5	ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
	Раздел 3. Методы оценки и повышения производительности вычислителей					
3.1	Методы оценки и повышения производительности вычислителей /Тема/	7	0			
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 оценки производительности нейронных вычислений. MAC операции. Методика оценки производительности выполнения сверточных нейронных сетей. Пиковая производительность вычислителей. Реальная производительность. Узкие места влияющие на конечную производительность. /Лек/	7	2	ПК-17.1-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
3.3	Реализация pipeline (Max, Min, Avg Pooling) слоев на c++ и исследование характеристик производительности. /Лаб/	7	2	ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Подготовка и сдача лабораторной работы. Зачет
3.4	Проработка учебного материала лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе /Ср/	7	5	ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
	Раздел 4. Знакомство с технологиями CUDA и OpenCL					
4.1	Вычисления на GPU /Тема/	7	0			

4.2	Вычисления на GPU. Особенности архитектуры GPU. Суперкомпьютеры на GPU (примеры). OpenCL, Cuda общие сведения. Принцип организации вычислений на гетерогенных вычислительных системах. 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. /Лек/	7	2	ПК-17.2-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
4.3	Проработка учебного материала лекций. /Ср/	7	2	ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
4.4	Архитектура графического процессора на основе CUDA NVIDIA. Наборы инструментов. Структура простейшего приложения, шаблоны программирования, модель исполнения. Основные идеи повышения производительности в модели CUDA, способы преодоления проблем производительности современных массовых процессоров. CUDA- расширения языков программирования. API CUDA Runtime. Платформа Rapids. /Лек/	7	2	ПК-17.2-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
4.5	Исследование показателей производительности работы кода обработки изображений на OpenCL и CPU (проверка влияния кеша CPU). /Лаб/	7	2	ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Подготовка и сдача лабораторной работы. Зачет
4.6	Исследование показателей производительности работы кода OpenCL с применение атомарных переменных, барьеров и частично перегрузки данных с хост устройства. /Лаб/	7	2	ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Подготовка и сдача лабораторной работы. Зачет
4.7	Проработка учебного материала лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе /Ср/	7	7	ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
	Раздел 5. Низкоуровневые языки проектирования вычислителей					
5.1	Низкоуровневые языки проектирования вычислителей /Тема/	7	0			
5.2	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	3	ПК-17.2-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
5.3	Реализация pipeline свертки на verilog и C++. Исследование характеристик работы. /Лаб/	7	4	ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Подготовка и сдача лабораторной работы. Зачет
5.4	Проработка учебного материала лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе /Ср/	7	5	ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
	Раздел 6. Подходы к проектированию высокопроизводительных вычислителей					
6.1	Подходы к проектированию высокопроизводительных вычислителей /Тема/	7	0			

6.2	Конвейеры, и конвейерный подход к построению вычислительной архитектуры. Особенности потоковой обработки данных. Низкоуровневая конвейерная реализация сверхточных слоев, FIR фильтров, функций активации (ReLU, сигмоид, гипер синус, гипер тангенс), ячейки LSTM. Низкоуровневое понимание многопоточности. Проблемы многопоточности. Барьеры, семафоры и их аппаратная реализация. /Лек/	7	3	ПК-17.2-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
6.3	Проработка учебного материала лекций. /Ср/	7	5	ПК-17.2-З ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
6.4	Подходы к аппаратному моделированию и реализации SIMD блоков. /Лек/	7	2	ПК-17.2-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
6.5	Исследования характеристик работы реализация pipeline multi layer Conv, Conv2D, Conv3D слоев на HLS. /Лаб/	7	4	ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Подготовка и сдача лабораторной работы. Зачет
6.6	Проработка учебного материала лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе /Ср/	7	5	ПК-17.2-З ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
6.7	Подходы к скоростным способам обмена данными. Способы синхронизации. Cross Clocking Domain. Механизмы рукопожатия. Шины передачи данных, Xilinx AXI, DMA, DMA Scatter/Gather. Сериализация – десиреализация данных. LVDS. /Лек/	7	2	ПК-17.2-З	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
6.8	Моделирование реализации pipeline ячейки LSTM на verilog и C++. /Лаб/	7	4	ПК-17.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Подготовка и сдача лабораторной работы. Зачет
6.9	Проработка учебного материала лекций. Изучение методических указаний, подготовка к лабораторной работе /Ср/	7	6	ПК-17.2-З ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	Зачет
	Раздел 7. Подготовка к зачету					
7.1	Подготовка к зачету /Тема/	7	0			
7.2	Подготовка к зачету /Зачёт/	7	8,75	ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В ПК-17.2-З ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет
7.3	Зачет /ИКР/	7	0,25	ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В ПК-17.2-З ПК-17.2-У ПК-17.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	Зачет

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Программирование специализированных вычислителей»).

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
Л1.1	Выжигин А. Ю.	Информатика и программирование : учебное пособие	Москва: Московский гуманитарный университет, 2012, 294 c.	978-5-98079-819-2, http://www.iprbookshop.ru/14517.html
Л1.2	Антонов А. С.	Параллельное программирование с использованием технологии MPI	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, 83 c.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/73704.html
Л1.3	Антонов, А. С.	Параллельное программирование с использованием технологии MPI : учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021, 83 c.	978-5-4497-0934-9, https://www.iprbookshop.ru/102043.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л2.1	Шишкин А. Д., Чернецова Е. А.	Практикум «Программирование на языке Си»	Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2003, 52 c.	5-86813-045-6, http://www.iprbookshop.ru/17958.html
Л2.2	Шишкин А. Д.	Программирование на языке Си : учебное пособие	Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2003, 104 c.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/17959.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л3.1	Овечкин Г.В.	Оценочные и методические материалы по дисциплине «Программирование специализированных вычислителей» : Методические указания	Рязань: , 2023,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3876

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная библиотека eLib

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

Visual studio community	Свободное ПО
Chrome	Свободное ПО
Python	Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями

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
6.3.2.3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1	206-1 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 42 мест, 1 ПК: ЦП: Intel i7 6700 ОЗУ: 8 Гб ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (1 шт. преподавательский) Телевизор: PHILIPS U7PEL4606H/60 документ-камера: AVER Media POB3 (AverVision 330) документ-камера: AverVisionF33 POE7D;
2	110 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 20 мест (+20 мест за компьютерными столами) Проектор: HITACHI CP-X400 3LCD 21 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: Intel i5-12400 ОЗУ: 16 Гб ПЗУ: ssd 512 Гб (20 шт. моноблок + 1шт. преподавательский)
3	206-2 учебно-административный корпус. Аудитория для самостоятельной работы 18 мест, Телевизор PHILIPS 46PFL3208T/60; 18 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: AMD a10 7800 ОЗУ: 8 Gb ПЗУ: 500-1000 Gb (18 шт.)
4	206-2 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 18 мест, Телевизор PHILIPS 46PFL3208T/60; 18 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: AMD a10 7800 ОЗУ: 8 Gb ПЗУ: 500-1000 Gb (18 шт.)
5	206-3 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для самостоятельной работы Проектор: InFocus LP640 31 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: Intel i7 6700 ОЗУ: 8 Гб ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (31 шт.)
6	206-3 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения практический занятий, лабораторных работ Проектор: InFocus LP640 31 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: Intel i7 6700 ОЗУ: 8 Гб ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (31 шт.))

7	206-4 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения практический занятий, лабораторных работ 30 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: Intel i5-12400 ОЗУ: 16 Гб ПЗУ: ssd 512 Гб (18 шт. моноблок) ЦП: Intel i7 6700 ОЗУ: 8 Гб ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (12 шт.)
8	206-4 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для самостоятельной работы 30 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: Intel i5-12400 ОЗУ: 16 Гб ПЗУ: ssd 512 Гб (18 шт. моноблок) ЦП: Intel i7 6700 ОЗУ: 8 Гб ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (12 шт.)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение по дисциплине представлено в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические материалы по дисциплине «Программирование специализированных вычислителей»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ — **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ — **12.10.26** 08:32 (MSK) — Простая подпись

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ — **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ — **12.10.26** 08:33 (MSK) — Простая подпись