

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы обработки информации и управления

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 8;
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 237,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Филатов А.В.
	Идентификатор	R48fdeb40-FilatovAV-93eea018

А.В. Филатов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зейн А.Н.
	Идентификатор	R54353a8f-ZeynAIN-7d1f3849

А.Н. Зейн

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В. Вишняков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение современных высокопроизводительных вычислительных систем и их компонентов, а также получение знаний навыков в использовании этих систем

Задачи дисциплины

- знакомство обучающихся с современными вычислительными системами повышенной производительности, их архитектурами, компонентами и классами решаемых ими задач;
- получение представления об основных структурных, функциональных и алгоритмических решениях направленных на повышение производительности вычислений;
- получение представления об особенностях программирования таких систем;
- получение практического опыта эксплуатации многопроцессорных вычислительных систем повышенной производительности, на примере программирования кластерной вычислительной системы и систем с многоядерными процессорами.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ИД-1 _{ОПК-2} Демонстрирует знание современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных сред, программно-технических платформ для решения профессиональных задач	знать: - технологии параллельного программирования; - особенности разработки параллельных программ для высокопроизводительных систем; - способы и технологии программирования систем с общей и распределённой памятью. уметь: - разрабатывать алгоритмы и программы для систем с GPU; - разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с общей памятью; - разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с распределённой памятью.
ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	ИД-1 _{ОПК-5} Демонстрирует знание современного программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем	знать: - устройство и принципы работы современных микропроцессоров и вычислительных узлов; - особенности структур и принципов функционирования вычислительных систем и компонентов для их эффективного использования; - устройство и принципы работы вычислительных систем высокой производительности. уметь: - разрабатывать и отлаживать

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		программы в стандарте технологии MPI; - разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии OpenMP.
ОПК-6 Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования	ИД-1 _{ОПК-6} Демонстрирует знание аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, видов, назначения, архитектуры, методов разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности	знать: - цели и области применения высокопроизводительных вычислений; - подходы к использованию современных аппаратных средства и платформ для высокопроизводительных вычислений. уметь: - разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии CUDA для систем с ускорителями GPU.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы обработки информации и управления (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать программирование на уровне программы бакалавриата
- уметь разрабатывать и отлаживать программное обеспечение

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность	8	1	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность"
1.1	Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность	8		2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
2	Модели и технологии параллельного программирования систем высокой	11		1	-	-	-	-	-	-	-	-	10	

	вычислительных систем, особенности разработки применения систем разных классов												<u>источников:</u> [5], Глава 1
6	Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС	36	4	4	-	-	-	-	-	-	28	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> подготовка к выполнению лабораторной работы №4 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], ЛР №4
6.1	Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС	36	4	4	-	-	-	-	-	-	28	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], ЛР №4
7	Современные высокопроизводительные серверы	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные высокопроизводительные серверы"
7.1	Современные высокопроизводительные серверы	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные высокопроизводительные серверы"
8	Вычислительные системы кластерного типа	15	3	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вычислительные системы кластерного типа" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Главы 2-4
8.1	Вычислительные системы кластерного типа	15	3	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вычислительные системы кластерного типа" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Главы 2-4
9	Вычислительные системы наивысшей производительности	30	6	-	-	-	-	-	-	-	24	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вычислительные системы наивысшей производительности" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Глава 8
9.1	Вычислительные системы наивысшей производительности	30	6	-	-	-	-	-	-	-	24	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вычислительные системы наивысшей производительности" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Глава 8

														[4], Глава 1
10	Реконфигурируемые вычислительные системы	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Реконфигурируемые вычислительные системы"
10.1	Реконфигурируемые вычислительные системы	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	288.0	32	16	-	-	2	-	-	0.5	204	33.5		
	Итого за семестр	288.0	32	16	-	2	-	-	-	0.5	237.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность

1.1. Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность

Обзор и классификация целей и областей применения вычислительных систем. Обзор целей и способов повышения производительности вычислительных систем, в том числе технологических, структурных и алгоритмических. Обзор основных законов (в т.ч. Гроша, Минского и Амдала) связанных с производительностью вычислительных систем и влияющих на их развитие и применение.

2. Модели и технологии параллельного программирования систем высокой производительности

2.1. Модели и технологии параллельного программирования систем высокой производительности

Краткий обзор моделей и технологий параллельного программирования вычислительных систем. Особенности использования моделей и технологий при программировании систем разных классов.

3. Технология программирования стандарта MPI и её применение

3.1. Технология программирования стандарта MPI и её применение

Знакомство с технологией программирования стандарта MPI. Особенности и возможности технологии программирования стандарта MPI. Реализации MPI. Библиотека функций MPI, классификация функций этой библиотеки. Структура и особенности выполнения параллельной программы созданной по технологии и с функциями MPI. Типы данных в MPI. Параллельные процессы и особенности взаимодействия параллельных процессов в MPI – программе. Двухточечные передачи данных между процессами в MPI – программе. Коллективное взаимодействие процессов в MPI – программе. Особенности хранения и организация передачи структурированных данных в MPI – программе, создание собственных типов данных. Группы процессов и области связи. Топологии процессов в MPI – программе и особенности распределения, хранения и передачи данных в системах разных топологий.

4. Технология программирования стандарта OpenMP и её применение

4.1. Технология программирования стандарта OpenMP и её применение

Знакомство с технологией программирования стандарта OpenMP. Особенности и возможности технологии программирования стандарта OpenMP. Структура и особенности выполнения параллельной программы созданной по технологии OpenMP. Директивы, функции, переменные и константы в OpenMP. Директивы распараллеливания вычислений. Частные и общие данные в OpenMP-программе. Директивы распределения вычислений и синхронизации.

5. Классификации вычислительных систем, особенности разработки применения систем разных классов

5.1. Классификации вычислительных систем, особенности разработки применения систем разных классов

Приводится несколько классификаций вычислительных систем, в том числе Флина, Хокни, и пр.. Задаётся ряд критериев оценки вычислительных систем. Производится сравнение, по заданным критериям, вычислительных систем разных классов, и определяются их достоинства и недостатки.

6. Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС

6.1. Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС

Направления и способы повышения производительности современных микропроцессоров. Классификация многоядерных микропроцессоров. Многоядерные микропроцессоры фирмы IBM. Многоядерные микропроцессоры фирм IBM. Многоядерные микропроцессоры фирм Intel и AMD. Многоядерные микропроцессоры фирмы SUN. Многоядерные микропроцессоры альянса STI. Сравнение моделей современных микропроцессоров и особенности их использования.

7. Современные высокопроизводительные серверы

7.1. Современные высокопроизводительные серверы

Требования, предъявляемые к современным серверным системам. Некоторые популярные серверные архитектуры. Структуры, функционирование и использование серверов различных классов производительности на примере серверов фирм SUN и/или IBM. Сравнение рассмотренных серверов по принципу соответствия их установленным требованиям.

8. Вычислительные системы кластерного типа

8.1. Вычислительные системы кластерного типа

Определение и назначение кластерных вычислительных систем. Обобщённая структурная схема кластерной системы. Классификация кластерных систем. Управление кластерными системами. Обеспечение отказоустойчивости кластерных систем.

9. Вычислительные системы наивысшей производительности

9.1. Вычислительные системы наивысшей производительности

В данном разделе подробно рассматриваются 2-3 вычислительные системы, входящие в первую десятку текущего (на момент начала проведения занятий) рейтинга Top500 самых высокопроизводительных систем в мире. На первый год действия данной рабочей программы, предполагается рассмотрение вычислительных систем IBM Blue Gene, Cray XT5 и IBM Roadrunner.

10. Реконфигурируемые вычислительные системы

10.1. Реконфигурируемые вычислительные системы

Зависимость производительности от класса задач. Отображение графа в матричную структуру. Аппаратная реализация информационного графа задачи. Структура макропроцессора и реконфигурируемой вычислительной системы в целом. Архитектура базового модуля и его реализация на ПЛИС.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Программирование графических ускорителей средствами Nvidia CUDA. Использование графических процессоров в качестве сопроцессора для ускорения вычислений;
2. Создание параллельных программ с использованием средств стандарта OpenMP и проведение экспериментов с ними на вычислительной системе;
3. Создание параллельной программы с использованием интерфейса MPI и проведение экспериментов с ней на вычислительной системе;
4. Создание параллельных программ, использующих двухточечные отложенные передачи данных средствами MPI.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Модели и технологии параллельного программирования систем высокой производительности"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология программирования стандарта MPI и её применение"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология программирования стандарта OpenMP и её применение"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Классификации вычислительных систем, особенности разработки применения систем разных классов"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Современные высокопроизводительные серверы"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вычислительные системы кластерного типа"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вычислительные системы наивысшей производительности"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Реконфигурируемые вычислительные системы"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на подготовку и выполнение лабораторных работ №№ 1-2
2. Консультации направлены на подготовку и выполнение лабораторной работы №3
3. Консультации направлены на подготовку и выполнение лабораторной работы №4

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)										Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Знать:													
способы и технологии программирования систем с общей и распределённой памятью	ИД-1 _{ОПК-2}			+	+	+							Лабораторная работа/Защита ЛР №2 Лабораторная работа/Защита ЛР №3
особенности разработки параллельных программ для высокопроизводительных систем	ИД-1 _{ОПК-2}			+	+								Лабораторная работа/Защита ЛР №1 Лабораторная работа/Защита ЛР №2 Лабораторная работа/Защита ЛР №3
технологии параллельного программирования	ИД-1 _{ОПК-2}		+	+									Тестирование/Вычислительные системы и основы их программирования Лабораторная работа/Защита ЛР №1
устройство и принципы работы вычислительных систем высокой производительности	ИД-1 _{ОПК-5}						+	+	+	+	+		Лабораторная работа/Защита ЛР №4
особенности структур и принципов функционирования вычислительных систем и компонентов для их эффективного использования	ИД-1 _{ОПК-5}						+	+					Лабораторная работа/Защита ЛР №4
устройство и принципы работы современных микропроцессоров и вычислительных узлов	ИД-1 _{ОПК-5}						+	+					Лабораторная работа/Защита ЛР №3
подходы к использованию современных аппаратных средства и платформ для высокопроизводительных вычислений	ИД-1 _{ОПК-6}						+		+	+			Лабораторная работа/Защита ЛР №3
цели и области применения высокопроизводительных вычислений	ИД-1 _{ОПК-6}	+											Тестирование/Вычислительные системы и основы их программирования
Уметь:													

разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с распределённой памятью	ИД-1 _{ОПК-2}			+							Лабораторная работа/Защита ЛР №1 Лабораторная работа/Защита ЛР №2
разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с общей памятью	ИД-1 _{ОПК-2}				+						Лабораторная работа/Защита ЛР №3
разрабатывать алгоритмы и программы для систем с GPU	ИД-1 _{ОПК-2}						+				Лабораторная работа/Защита ЛР №4
разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии OpenMP	ИД-1 _{ОПК-5}				+						Лабораторная работа/Защита ЛР №3
разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии MPI	ИД-1 _{ОПК-5}			+							Лабораторная работа/Защита ЛР №1 Лабораторная работа/Защита ЛР №2
разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии CUDA для систем с ускорителями GPU	ИД-1 _{ОПК-6}						+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита ЛР №4

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита ЛР №1 (Лабораторная работа)
2. Защита ЛР №2 (Лабораторная работа)
3. Защита ЛР №3 (Лабораторная работа)
4. Защита ЛР №4 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Вычислительные системы и основы их программирования (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера = Structured computer organization : пер. с англ. / Э. Таненбаум, Г. Остин . – 6-е изд . – СПб. : Питер, 2018 . – 816 с. – (Классика computer science) . - ISBN 978-5-496-00337-7 .;
2. Кластеры на многоядерных процессорах : учебное пособие по курсам "Вычислительные системы" и "Высокопроизводительные вычислительные системы" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. И. Ладыгин, А. В. Логинов, А. В. Филатов, С. Г. Яньков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 112 с. - ISBN 978-5-383-00142-4 .;
3. Филатов, А. В. Параллельное программирование вычислительных систем. Лабораторные работы № 1–4 : методическое пособие по курсу "Вычислительные системы" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. В. Филатов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 52 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=6978>;
4. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие для вузов по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / А. В. Боресков, [и др.], Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова (МГУ) . – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2012 . – 336 с. – (Суперкомпьютерное образование) . - ISBN 978-5-211-06340-2 .;

5. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления : Учебное пособие для вузов по направлению 510200 - Прикладная математика и информатика / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин . – СПб. : БХВ-Петербург, 2004 . – 608 с. - ISBN 5-941571-60-7 .;
6. М. П. Левин- "Параллельное программирование с использованием OpenMP",
Издательство: "Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний", Москва, 2008 - (120 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233111>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Visual Studio;
6. MPI;
7. CUDA.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
12. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
13. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
14. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
15. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
16. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
17. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
18. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
19. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
20. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
---------------	----------------------------------	-----------

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-517, Лаборатория моделирования и исследования световой среды каф. "Светотехники"	
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-517, Лаборатория моделирования и исследования световой среды каф. "Светотехники"	
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-507, Кафедральная библиотека каф. "Светотехники"	стол, стул, шкаф
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Вычислительные системы**

(название дисциплины)

1 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Вычислительные системы и основы их программирования (Тестирование)
 КМ-2 Защита ЛР №1 (Лабораторная работа)
 КМ-3 Защита ЛР №2 (Лабораторная работа)
 КМ-4 Защита ЛР №3 (Лабораторная работа)
 КМ-5 Защита ЛР №4 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	15
1	Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность						
1.1	Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность		+				
2	Модели и технологии параллельного программирования систем высокой производительности						
2.1	Модели и технологии параллельного программирования систем высокой производительности		+	+			
3	Технология программирования стандарта MPI и её применение						
3.1	Технология программирования стандарта MPI и её применение		+	+	+	+	
4	Технология программирования стандарта OpenMP и её применение						
4.1	Технология программирования стандарта OpenMP и её применение			+	+	+	
5	Классификации вычислительных систем, особенности разработки применения систем разных классов						
5.1	Классификации вычислительных систем, особенности разработки применения систем разных классов				+	+	

6	Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС					
6.1	Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС				+	+
7	Современные высокопроизводительные серверы					
7.1	Современные высокопроизводительные серверы				+	+
8	Вычислительные системы кластерного типа					
8.1	Вычислительные системы кластерного типа				+	+
9	Вычислительные системы наивысшей производительности					
9.1	Вычислительные системы наивысшей производительности				+	+
10	Реконфигурируемые вычислительные системы					
10.1	Реконфигурируемые вычислительные системы					+
Вес КМ, %:		10	20	35	15	20