



Министерство науки  
и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
Институт дистанционного  
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шиндина Т.А.
	Идентификатор	Rd0ad64b2-5hindaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
*общеразвивающей подготовки для детей и взрослых*

Наименование программы	Архитектура вычислительных систем ч.2
Форма обучения	заочная
Выдаваемый документ	сертификат
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	ОДПО, Центр дополнительного образования "Дистанционное обучение"

Зам. директора ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

Н.В.  
Усманова

Начальник ОДПО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

А.Г. Крохин

Начальник ФДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Малич Н.В.
	Идентификатор	R13696f6e-MalichNV-45fe3095

Н.В. Малич

Руководитель ОДПО,  
ЦДО ДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

Н.В.  
Усманова

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шамаева О.Ю.
	Идентификатор	R2643d0f8-ShamayevaOY-8992cd1

О.Ю.  
Шамаева

Москва



## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** освоение принципов построения, функциональной и структурной организации компьютеров и систем для последующего их эффективного использования, как в прикладных целях, так и для разработки математического обеспечения..

**Программа составлена в соответствии:**

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Минобрнауки от 10.01.2018 г. № 906.02.2018 г. № 49937.

**Форма реализации:** обучение с использованием исключительно электронного обучения.

**Форма обучения:** заочная.

**Режим занятий:**

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

**Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы:** лица, желающие освоить дополнительную программу, должны иметь общее среднее или среднее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

**Выдаваемый документ:** при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается сертификат установленного образца.

**Срок действия итоговых документов**

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

Компетенция	Требования к результатам
ОПК-5: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы организации и представления вычислительных процессов в современных архитектурах;</li> <li>- основы функционирования скалярного, суперскалярного и векторно-конвейерного процессоров;</li> <li>- основы ОС Unix, стандарты представления информации в компьютере а также режимы функционирования ЭВМ и систем;</li> <li>- функциональную и структурную организацию, принципы и алгоритмы выполнения машинных команд различной структуры;</li> <li>- основные компоненты, принципы функционирования и базовые характеристики ЭВМ и систем.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать в операционных системах UNIX и Windows, перекодировать тексты из одной системы кодирования в другую;</li> <li>- моделировать и анализировать результаты однозадачного и многозадачного режимов функционирования ЭВМ и систем;</li> <li>- исследовать особенности архитектур современного компьютера и оценивать возможную производительность при решении класса сложных задач;</li> <li>- минимизировать сложные логические функции, строить и анализировать функционирование типовых схем ЭВМ и систем;</li> <li>- применять машинные алгоритм преобразования и обработки информации.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p>

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

Уровень квалификации \_\_\_\_\_.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
------------------	--------------------------

## 2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Не предусмотрено

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ))

### 3.1. Трудоемкость программы

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- 5 зачетных единиц;

180 ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

№	Наименование дисциплин (модулей)	всего	Контактная работа, ак. ч					Самостоятельная работа, ак. ч	Стажировка, ак. ч	Форма аттестации		
			всего	аудиторные занятия	электронное обучение	обучение с ДОТ	контроль			текущий контроль (тест, опрос и пр.)	промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке)	итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
1	Архитектура вычислительных систем ч.2	178	88		88			90			Нет	
1.1.	Основные концепции и тенденции развития архитектур современных компьютеров	12	6		6			6		Контрольная работа		
1.10	Концепция GRID – технологии, метакомпьютинг и облачные вычисления	20	10		10			10				
1.2.	Организация схем коммутации в современных	12	6		6			6		Контрольная		

	архитектурах									работ а		
1.3.	RISC- и CISC- архитектуры, основные принципы построения и реализации	2 0	10		10			10		Контр ольна я работ а		
1.4.	Многоядерные процессоры.	2 2	12		12			10		Лабор аторн ая работ а		
1.5.	Конвейерная организация и принципы конвейерной обработки	2 4	14		14			10		Лабор аторн ая работ а		
1.6.	Технология решения задач с использованием стандарта OpenMP	1 4	6		6			8				
1.7.	Управление памятью	2 4	14		14			10		Лабор аторн ая работ а		
1.8.	Организации памяти ЭВМ и систем	1 6	6		6			10				
1.9.	Устройства и принципы управления ЭВМ	1 4	4		4			10				
2	Итоговая аттестация	2 0	0. 5				0.5	1.5				Итоговый зачет
	<b>ИТОГО:</b>	<b>1 8 0. 0</b>	<b>88 5</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>0.5</b>	<b>91. 5</b>	<b>0</b>			

### 3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

#### Содержание дисциплин (модулей)

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Архитектура вычислительных систем ч.2	
1.1.	Основные концепции и тенденции развития архитектур современных компьютеров	Введение. Классификации ЭВМ и ВС по М. Флинну и Р. Хокни. Особенности организации и функционирования архитектур с общей, распределенной и смешанной памятью. Массивно-параллельные системы (MPP).

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		Симметричные мультипроцессорные системы (SMP). Системы с неоднородным доступом к памяти (NUMA). Параллельные векторные системы (PVP). Кластерные системы.
1.2.	Организация схем коммутации в современных архитектурах	Организация схем коммутации в МВС с общей памятью. Организация средств коммутации в архитектуре “Butterfly”. Организация схем коммутации в МВС с распределенной памятью. Характеристики топологии сети передачи данных. Общая характеристика механизмов передачи данных. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных. Анализ трудоемкости основных операций передачи данных. Архитектура систем со смешанной организацией памяти.
1.3.	RISC- и CISC- архитектуры, основные принципы построения и реализации	Основные характеристики и свойства двух базовых архитектур микропроцессоров RISC- и CISC. Методы адресации и типы машинных команд. Оптимизации системы команд. Компьютеры со стековой архитектурой. Структура базового микропроцессора. Взаимодействие элементов. Поколения микропроцессоров семейства Intel.
1.4.	Многоядерные процессоры.	Принципы организации и функционирования. История развития многоядерных процессоров. Многоядерные процессоры Intel и AMD. Особенности программирования.
1.5.	Конвейерная организация и принципы конвейерной обработки	Введение. Простейший конвейер команд и оценки его эффективности. Уровни конвейеризации. Понятие конфликтов в конвейере и пути их устранения: структурные конфликты, конфликты по данным и по управлению. Реализация точного прерывания в конвейере. Длинные конвейеры. Особенности организации и функционирования векторно-конвейерного процессора на примере архитектуры суперкомпьютера Cray. Разворачивание циклов как метод повышения эффективности конвейера.
1.6.	Технология решения задач с использованием стандарта OpenMP	Основные принципы технологии. Основные понятия параллельной программы: фрагмент, область, секция. Синтаксис директив в OpenMP. Особенности реализации директив OpenMP. Базовые операторы OpenMP. Директивы синхронизации. Run-time процедуры и переменные окружения. Функции измерения времени в OpenM.
1.7.	Управление памятью	Типы адресов. Методы распределения памяти без использования дискового пространства. Распределение

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		памяти фиксированными разделами. Распределение памяти разделами переменной величины. Перемещаемые разделы. Методы распределения памяти с использованием дискового пространства. Понятие виртуальной памяти. Страничное распределение. Сегментное распределение. Странично-сегментное распределение. Свопинг.
1.8.	Организации памяти ЭВМ и систем	Введение. Основные среды хранения информации. Основные характеристики современных запоминающих устройств (ЗУ). Классификация ЗУ. Организация ЗУ с произвольным доступом, статические и динамические ЗУ. Полупроводниковые запоминающие устройства: организация ЗУ с произвольным доступом. Постоянные запоминающие устройства: разновидности. Регистровая память.
1.9.	Устройства и принципы управления ЭВМ	Устройства управления с жесткой логикой работы. Микропрограммное управление. Горизонтальное микропрограммирование. Вертикальное микропрограммирование. Принципы управления. Прямой доступ к памяти. Интерфейсы системной шины и внешних ЗУ. Способы организации совместной работы периферийных и центральных устройств.
1.10.	Концепция GRID – технологии, метакомпьютинг и облачные вычисления	Введение. Концепция GRID – технологии. Понятие метакомпьютинга. Облачные вычисления. Заключение.

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

#### Характеристика образовательной технологии

Наименование	Краткая характеристика
Контрольная работа	Выполняется по вариантам



Лабораторная работа	Лабораторные работы выполняются при помощи специального ПО
---------------------	--

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

### **5.1. Текущий контроль**

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

### **5.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

### **5.3. Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *итогового зачета*. Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

### **5.4. Независимый контроль качества обучения**

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

## **6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

а) литература НТБ МЭИ:

1. Орлов, С. А. Организация ЭВМ и систем : учебник для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер . – 2-е изд . – СПб. : Питер, 2011 . – 688 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 978-5-49807-862-5 .;

2. Пятибратов, А. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебник для вузов по специальности "Прикладная информатика в экономике" / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко ; ред. А. П. Пятибратов . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : ИНФРА-М : Финансы и статистика, 2014 . – 736 с. - ISBN 978-5-279-03285-3 .;

3. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера = Structured computer organization : пер. с англ. / Э. Таненбаум, Т. Остин . – 6-е изд . – СПб. : Питер, 2018 . – 816 с. – (Классика computer science) . - ISBN 978-5-496-00337-7 .;

4. Шамаева, О. Ю. Архитектура вычислительных систем. Ч. 1 : методические указания для проведения практических занятий по направлению 01.03.02 "Прикладная

математика и информатика" / О. Ю. Шамаева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 40 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11205>;

5. Шамаева, О. Ю. Архитектура вычислительных систем. Ч. 1 : методические указания по выполнению лабораторных работ по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" / О. Ю. Шамаева, А. М. Чернецов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 36 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11180>;

6. Шамаева, О. Ю. Основы параллельного программирования с использованием технологий OpenMP и MPI : учебное пособие по направлению "Прикладная математика и информатика" / О. Ю. Шамаева, А. М. Чернецов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 84 с. - ISBN 978-5-7046-1728-0 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8223>.

б) литература ЭБС и БД:

1. Богданов А. В., Станкова Е. Н., Мареев В. В., Корхов В. В.- "Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (135 с.)

<https://e.lanbook.com/book/100572>.

в) используемые ЭБС:

1. Научная электронная библиотека

<https://elibrary.ru/>;

2. ЭБС Лань

<https://e.lanbook.com/>;

3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)

<http://elib.mpei.ru/login.php>.

## **6.2. Кадровое обеспечение**

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложении Е.

## **6.3. Финансовое обеспечение**

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложение Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

## **6.4. Материально-техническое обеспечение**

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении 3.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
1	Программа утверждена	30.01.2023

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шамаева О.Ю.
	Идентификатор	R2643d0f8-ShamayevaOY-8992cd1

О.Ю.  
Шамаева