

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

---

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Искусственный интеллект

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 93,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,50 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Куриленко И.Е.
	Идентификатор	R73df8d6c-KurilenkoIY-5c331b90

И.Е. Куриленко


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

П.Р.  
Варшавский

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

П.Р.  
Варшавский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение современных подходов к разработке программного обеспечения, соответствующих языковых и инструментальных средств.

### Задачи дисциплины

- освоение навыков реализации высокопроизводительных, высоконадежных распределенных систем;
- приобретение опыта разработки распределенных алгоритмов;
- приобретение опыта разработки архитектуры крупных распределенных систем с длительным жизненным циклом;
- приобретение навыков реализации систем, построенных с применением сервис-ориентированной и микро-сервисной архитектуры.

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 совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Выбирает и модифицирует алгоритмы и программные решения в области математического моделирования	знать: - современные методологии и технологии разработки программного обеспечения.  уметь: - разрабатывать параллельные алгоритмы и процессы.
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	знать: - современные архитектурные концепции, применяемые при разработке распределенных систем.  уметь: - анализировать архитектуру программных систем, оценивать уместность применения той или иной разновидности архитектурного решения.
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач	знать: - современные технологии разработки распределенных систем.  уметь: - создавать распределенные системы на основе микро-сервисной архитектуры.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Искусственный интеллект (далее – ОПОП), направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы программирования
- знать Языки и методы программирования
- знать Структуры данных и методы программирования

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 4 зачетных единицы, 144 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	Распределенные системы	20	2	4	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Распределенные системы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], с. 10-15, с. 21-30                      [2], с. 21-30, 63-87                      [3], с. 5-18</p>	
1.1	Распределенные системы	7		1	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
1.2	Понятия, характеризующие строение и развитие систем	3		1	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
1.3	Архитектура, управляемая событиями	10		2	2	-	-	-	-	-	-	6	-		
2	Конструирование распределенной системы	88		12	28	-	-	-	-	-	-	48	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструирование распределенной системы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], с. 117-147                      [4], с. 21-26</p>
2.1	Процесс создания распределенной системы	9		1	2	-	-	-	-	-	-	6	-		
2.2	Конструкция распределенной системы	8		1	2	-	-	-	-	-	-	5	-		
2.3	Элемент распределенной системы как агент	7		1	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
2.4	Мета-информация в распределенной системе	7		1	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
2.5	Среда композитных приложений	8	1	2	-	-	-	-	-	-	5	-			

2.6	Повторное использование в распределенной системе. Элементарный модуль	7	1	2	-	-	-	-	-	-	4	-
2.7	Кодирование модуля	13	1	6	-	-	-	-	-	-	6	-
2.8	Тестирование модуля распределенной системы	10	1	5	-	-	-	-	-	-	4	-
2.9	Пример архитектуры распределенной системы. Сервис-ориентированные системы. Микро-сервисная архитектура	19	4	5	-	-	-	-	-	-	10	-
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.50	-	33.5
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.50</b>	<b>60</b>	<b>33.5</b>
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.50</b>	<b>60</b>	<b>93.5</b>	

**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. Распределенные системы

#### 1.1. Распределенные системы

Что такое распределенная система. Определение распределенной системы.. Способы описания систем. Влияние взгляда на систему на синтез систем.. Эволюция определения системы.. Зачем нужны распределенные системы?. Примеры глобальных распределенных приложений.. Характеристики масштаба распределенных систем.. Какие проблемы существуют при построении распределенных систем?. Как строить распределенную систему.. Архитектура. Эволюция понятия программной архитектуры. Модели архитектуры.. Принципы разделения распределенной системы на компоненты.. Проблемы распределенных систем: Распространение приложения, Гетерогенность, Открытость, Безопасность, Масштабируемость, Обработка ошибок и восстановление после сбоев, Параллелизм, Прозрачность, Управляемость.. Модель взаимодействия в распределенной системе.. Модель защиты от сбоев в распределенной системе.. Модель безопасности в распределенной системе..

#### 1.2. Понятия, характеризующие строение и развитие систем

Что такое элемент.. Что такое компонент.. Что такое подсистема.. Отличие компонента от подсистемы.. Что такое связь.. Характеристики связей.. Обратная связь. Типы обратной связи.. Цель. Виды целей.. Что такое структура. Структурные связи.. Состояние.. Поведение.. Равновесие.. Устойчивость.. Развитие.. Самоорганизующиеся системы.. Саморазвивающиеся системы..

#### 1.3. Архитектура, управляемая событиями

Концепция событийно-управляемой архитектуры.. Предпосылки создания событийно-управляемой архитектуры.. Основные элементы программ, построенных согласно событийно-управляемой архитектуре. Задачи системной шины.. Преимущества событийно-управляемой архитектуры.. Архитектура системы передачи сообщений..

### 2. Конструирование распределенной системы

#### 2.1. Процесс создания распределенной системы

Что такое цель. Фиксация назначения и списка функций продукта.. Требования. Виды требований. Способ фиксации требований.. Что такое критерии успеха. Способ фиксации критерия успеха.. Методика борьбы со сложностью конструирования распределенной системы.. Принципы разработки.. Типовая схема процесса проектирования..

#### 2.2. Конструкция распределенной системы

Каков существенный предел разбиения системы? Элемент системы, модуль, единица поведения, агент.. Элемент распределенного приложения.. Характеристики элемента (цель, модель поведения, способность к размножению).. Основные принципы архитектуры.. Императивный и декларативный подходы..

#### 2.3. Элемент распределенной системы как агент

Коммуникационная среда.. Общий язык общения модулей.. Структура сообщения. Протоколы обмена. Поколения протоколов.. Пользовательские типы данных в протоколах..

#### 2.4. Мета-информация в распределенной системе

Мета-информация в распределенной системе.. Язык M : основы. Язык M : блоки метаданных и точки монтирования. Сравнение с Json, XML, Yaml. Описание протоколов на языке M. Модули и протоколы. Кодирование протоколов и сообщений. Формат описания протокола.. Протокол как модель. Что можно создать по модели с помощью машин преобразования моделей.. Базовый протокол обмена..

#### 2.5. Среда композитных приложений

Что такое композитное приложение.. Схема. Виды схем.. Конструкция композитного приложения.. Конструкция среды исполнения.. Устройство коммуникационной среды. Требования к шине передачи сообщений. Функции шины. Основные элементы шины сообщений. Логическая шина.. Автоматически формируемые композитные приложения. Процесс "оркестровки"..

#### 2.6. Повторное использование в распределенной системе. Элементарный модуль

Как экономить усилия при разработке кода агентов. Элементарный агент.. Фабрика. Способы организации фабрики. Внедрение зависимостей.. Организация модуля распределенной системы.. Поведение. Способы кодирования поведения.. Декларативный принцип определения поведения.. Универсальный плеер поведений.. Машины состояний. Модель поведения модуля. Графическое представление машины состояний.. Функционирование модуля. Где модуль работает? Реакция модуля на сообщение.. Диалог модулей.. Таймеры.. Отделение модели машины состояний от кода обработчиков.. Декларативное описание машины состояний на языке M.. Трансляция из графической модели в модель на языке M.. Построение машины состояний.. Отладка машин состояний.. Модуль как продукт. Структура модуля.. Декларативное описание модуля. Формат описания модуля..

#### 2.7. Кодирование модуля

Структура типового модуля.. Создание заготовок модулей. Шаблоны.. Порядок реализации кода модуля.. Главный класс. Карта регистрации обработчиков. Способы регистрации обработчиков.. Повторное использование обработчиков..

#### 2.8. Тестирование модуля распределенной системы

Универсальный тестирующий модуль.. Архитектура средства тестирования.. Скрипт тестирования.. Структура скрипта тестирования. Секция Modules. Секция Script.. Команда Send.. Команда Receive. Анализ принятого события.. Переменные в скриптах тестирования.. Процедуры. Формат процедур. Вызов процедуры.. Тестирование коопераций модулей. Режим черного ящика. Режим наблюдения (observe). Режим вмешательства (intercept).. Систематический подход к тестированию.. Связь сценариев и тест-кейсов.. Чек-листы..

#### 2.9. Пример архитектуры распределенной системы. Сервис-ориентированные системы.

##### Микро-сервисная архитектура

Типовые современные задачи распределенных систем. Технологические проблемы.. Сервис-ориентированная архитектура (SOA).. Цели внедрения SOA.. Принципы SOA.. Свойства SOA.. Сервис. Структура сервиса. Составная природа сервиса.. Особенности реализации сервисов.. Композитные приложения.. Упрощенная модель SOA. EDA как основа SOA.. Жизненный цикл сервис-ориентированной архитектуры.. Отделение бизнес-логики от кода. Визуальное проектирование в SOA.. Микро-сервисная архитектура.

### 3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено



### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Разработка кода компонента распределенной системы на языке C++;
2. Разработка автоматических тестов и тестирование компонента распределенной системы;
3. Разработка модели поведения компонента распределенной системы;
4. Разработка чек-листа для проверки качества работы компонента распределенной системы;
5. Разработка сценариев работы компонента распределенной системы;
6. Разработка протокола взаимодействия, поддерживаемого компонентом распределенной системы.

### **3.5 Консультации**

### **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	
<b>Знать:</b>				
современные методологии и технологии разработки программного обеспечения	ИД-2ОПК-2	+		Лабораторная работа/Разработка сценариев работы компонента распределенной системы
современные архитектурные концепции, применяемые при разработке распределенных систем	ИД-1ОПК-4	+		Лабораторная работа/Разработка протокола взаимодействия, поддерживаемого компонентом распределенной системы
современные технологии разработки распределенных систем	ИД-2ОПК-4		+	Лабораторная работа/Разработка автоматических тестов и тестирование компонента распределенной системы Лабораторная работа/Разработка кода компонента распределенной системы на языке С++ Лабораторная работа/Разработка модели поведения компонента распределенной системы
<b>Уметь:</b>				
разрабатывать параллельные алгоритмы и процессы	ИД-2ОПК-2		+	Лабораторная работа/Разработка автоматических тестов и тестирование компонента распределенной системы Лабораторная работа/Разработка кода компонента распределенной системы на языке С++
анализировать архитектуру программных систем, оценивать уместность применения той или иной разновидности архитектурного решения	ИД-1ОПК-4		+	Лабораторная работа/Разработка модели поведения компонента распределенной системы Лабораторная работа/Разработка чек-листа для проверки качества работы компонента

				распределенной системы
создавать распределенные системы на основе микро-сервисной архитектуры	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>		+	Лабораторная работа/Разработка автоматических тестов и тестирование компонента распределенной системы

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Разработка автоматических тестов и тестирование компонента распределенной системы (Лабораторная работа)
2. Разработка кода компонента распределенной системы на языке C++ (Лабораторная работа)
3. Разработка модели поведения компонента распределенной системы (Лабораторная работа)
4. Разработка протокола взаимодействия, поддерживаемого компонентом распределенной системы (Лабораторная работа)
5. Разработка сценариев работы компонента распределенной системы (Лабораторная работа)
6. Разработка чек-листа для проверки качества работы компонента распределенной системы (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №2)

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Абраменко, Г. В. Системный анализ и технический облик информационных блоков сложных технических систем / Г. В. Абраменко, А. Ю. Краснощеков, М. А. Краснощеков . – М. : Оргсервис-2000, 2013 . – 283 с. - ISBN 978-5-9811-5178-1 .;
2. Эрджиес, К. Распределенные системы реального времени. Теория и практика. = Distributed Real-Time Systems. Theory and practice : пер. с англ. / К. Эрджиес . – Москва : ДМК Пресс, 2020 . – 382 с. - Тит. л. разворотный с заглавием кн. на англ. яз. - ISBN 978-5-97060-852-4 .;
3. А. В. Земцов- "Анализ и проектирование микросервисной архитектуры в современных веб-приложениях", Издательство: "б.и.", Чебоксары, 2020 - (73 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578249>;
4. Маран М. М.- "Программная инженерия", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (196 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/175503>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Visual Studio.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-801, Учебная аудитория	парта, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-706, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-706, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-706, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-706а, Консультационный зал кафедры ПМИИ	парта со скамьей, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор
	М-704, Преподавательская кафедры ПМИИ	стол, стул, шкаф, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, холодильник, кондиционер
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

### Алгоритмы и методы распределенных систем

(название дисциплины)

#### 2 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Разработка сценариев работы компонента распределенной системы (Лабораторная работа)
- КМ-2 Разработка протокола взаимодействия, поддерживаемого компонентом распределенной системы (Лабораторная работа)
- КМ-3 Разработка чек-листа для проверки качества работы компонента распределенной системы (Лабораторная работа)
- КМ-4 Разработка модели поведения компонента распределенной системы (Лабораторная работа)
- КМ-5 Разработка кода компонента распределенной системы на языке C++ (Лабораторная работа)
- КМ-6 Разработка автоматических тестов и тестирование компонента распределенной системы (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	15
1	Распределенные системы							
1.1	Распределенные системы		+					
1.2	Понятия, характеризующие строение и развитие систем		+					
1.3	Архитектура, управляемая событиями			+				
2	Конструирование распределенной системы							
2.1	Процесс создания распределенной системы				+	+	+	+
2.2	Конструкция распределенной системы					+	+	+
2.3	Элемент распределенной системы как агент					+	+	+
2.4	Мета-информация в распределенной системе						+	+
2.5	Среда композитных приложений						+	+
2.6	Повторное использование в распределенной системе. Элементарный модуль						+	+
2.7	Кодирование модуля						+	+

2.8	Тестирование модуля распределенной системы					+	+
2.9	Пример архитектуры распределенной системы. Сервис-ориентированные системы. Микро-сервисная архитектура						+
Вес КМ, %:		10	10	10	20	25	25