

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ  
имени М.В. Ломоносова

академик



И.А. Соколов

» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Парадигмы и языки программирования»**

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) – «Математическое программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» (05.13.11)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Парадигмы и языки программирования

### 2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

### 3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление подготовки – 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника». Направленность (профиль) – «Математическое программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» (05.13.11)

### 4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к специальным дисциплинам вариативной части образовательной программы.

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях. (УК -1)	З1 (УК-1) Знать: основные модели вычислений, поддерживаемые в алгоритмических языках; основы функционального, логического, императивного и объектно-ориентированного программирования. У1 (УК-1) Уметь: проводить сравнительный анализ разнородных выразительных средств языков программирования в применении к возникающим задачам.

<p>Владение современными методами построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методами разработки и реализации алгоритмов их решения на основе фундаментальных знаний в области математики и информатики. (ПК-1)</p>	<p>У1 (ПК-1) Уметь: осуществлять выбор языка программирования и их сочетания в зависимости от особенностей конкретной прикладной задачи; программировать в функциональном и логическом стиле; снижать трудозатраты и повышать надежность программ для ЭВМ путем применения неимперативных вычислительных моделей, наиболее подходящих для решения конкретных прикладных задач. В1 (ПК-1) Владеть: основными средствами и механизмами функционального, логического, императивного, объектно-ориентированного программирования, включая различные виды рекурсии, функционалы, ленивые вычисления, каррирование, унификация (сопоставление) символьных структур, программирование без переменных, а также механизмы обобщенного программирования и макросредства.</p>
---	--

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

## 6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов.

32 часа составляет контактная работа с преподавателем – 24 часа занятий лекционного типа, 4 часа групповых консультаций, 4 часа мероприятий промежуточной аттестации. 76 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

## 7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть основными методами анализа и разработки алгоритмов и программного обеспечения, а также информационно-коммуникационными технологиями в объеме, соответствующем основным образовательным программам аспирантуры по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» (направленность 05.13.11– «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»).

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются операционные системы семейства Unix (Linux или FreeBSD), компиляторы и интерпретаторы изучаемых языков программирования разных парадигм. Применяются также интерпретаторы и компиляторы с веб-интерфейсом.

## 9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе обобщаются знания по различным вычислительным моделям в современных языках программирования. Рассматриваются основные парадигмы императивного, функционального, логического и объектно-ориентированного программирования, включая представление сложных символьных структур (списков, термов, деревьев), рекурсивное программирование, функционалы, континуации, унификация (сопоставление) символьных структур, бектрекинг, ленивые вычисления, каррирование, программирование без переменных и обобщенное программирование. Рассматриваемые парадигмы иллюстрируются на примерах языковых средств языков Лисп, Схема, Пролог, Хаскель, С++, С, Java и др.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа учащегося, часы			
		из них					из них			
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия для текущего контроля успеваемости	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего		
<b>Тема 1. Введение</b> Понятие парадигмы программирования, парадигма как стиль мышления. Обзор основных парадигм вычислений: импера-	2	2	-	-	-	-	2	-	-	-

<p>тивной, логической, функциональной. Особая роль объектно-ориентированной парадигмы программирования. Связь парадигм и языков программирования.</p>										
<p><b>Тема 2.</b> <b>Императивное программирование</b> Основные характеристики императивного и императивно-процедурного программирования. Термин "фон-неймановское программирование": программирование в терминах команд и явных состояний памяти. Переменная как образ ячейки памяти, а оператор присваивания как пересылки данных в память. Локализация переменных, побочные эффекты. Отличия языков Pascal и C.</p>	<b>8</b>	2	-	-	-	-	<b>2</b>	6	-	<b>6</b>
<p><b>Тема 3. Функциональный язык Лисп</b> S-выражения: логическая структура, виды. Особенности вычисления функциональных выражений. Свойство функциональности и его следствия. Сборка мусора. Роль переменной в функциональной парадигме. Рекурсия как парадигма, виды рекурсии. Остаточная (хвостовая) рекурсия. Преобразование рекурсии в хвостовую с использованием накапливающего параметра. Функция как объект данных, функционалы. Безымянные функции, LAMBDA-выражения. Виды функционалов. Статическое</p>	<b>13</b>	4	-	1	-	-	<b>5</b>	8	-	<b>8</b>

(лексическое) и динамическое связывание.										
<b>Тема 4. Языки семейства Лиспа</b> Common Lisp и его особенности. Язык Scheme: основные синтаксические отличия от Common Lisp и отличия в вычислении выражений. Континуации, их возможности, примеры применения. Континуация как обобщение механизма обработки исключений. Обзор отличий и основных средств языка программирования Racket. Обзор основных средств и механизмов языка программирования Clojure.	<b>10</b>	2	-	-	-	-	<b>2</b>	8	-	<b>8</b>
<b>Тема 5. Логический язык Пролог</b> Базовые элементы языка Пролог: атомы, функторы, термы, предложения, правила и факты. Пролог-программа и механизмы ее вычисления: сопоставление (унификация) термов, бектрекинг. Инвертируемость и недетерминированность логических программ. Отсечение как способ управления бектрекингом. Пролог и логика предикатов. Процедурная и декларативная семантика. Ограниченная форма отрицания. Предикаты второго порядка, их реализации средствами Пролога.	<b>15</b>	4	-	1	-	-	<b>5</b>	10	-	<b>10</b>
<b>Тема 6. Функциональный язык Хаскель</b> Особенности вычислительной модели Хаскеля: статическая типизация, поли-	<b>19</b>	6	-	1	-	-	<b>7</b>	12	-	<b>12</b>

<p>морфизм, вывод типов, встроенное каррирование, ленивые вычисления.  Описание функций и образцы выражений. Функционалы. Каррирование и его применение в функционалах.  Типы данных: конструкторы списков и кортежей, задание функциональных типов. Конструкторы данных и конструкторы типов. Абстрактные типы данных.  Ленивые вычисления, их применение для бесконечных структур данных. Бессточечное (комбинаторное) программирование. Виды полиморфизма. Полиморфные функции и типы. Классы типов, определение экземпляров типов. Примеры.</p>										
<p><b>Тема 7.</b>  <b>Объектно-ориентированная парадигма</b>  Абстракция данных как главный принцип объектно-ориентированной парадигмы .  Понятие объекта и класса объектов. Объектное проектирование программы. Инкапсуляция. Полиморфизм и его виды.  Моделирование механизмов ПП средствами языка С.</p>	<b>6</b>	2	-	-	-	-	<b>2</b>	4		<b>4</b>
<p><b>Тема 8. Обобщенное программирование, макропрограммирование</b>  Понятие обобщенного программирования, его реализация в языках программирования. Шаблоны, их виды.  Макросредства в языках программирова-</p>	<b>7</b>	2	-	1	-	-	<b>3</b>	4	-	<b>4</b>

ния. Примеры.										
<b>Промежуточная аттестация – устный экзамен</b>	<b>24</b>	-	-	4	-	-	<b>4</b>	24	-	<b>24</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>32</b>					<b>76</b>			

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала (высылаемых в форме презентаций), учебно-методической литературы, выполнении домашних заданий и подготовке к промежуточной аттестации.

## 11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Основная учебно-методическая литература

- 1) Большакова Е.И., Груздева Н.В. Основы программирования на языке Лисп: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2010.  
[PDF] <http://www.recyclebin.ru/BMK/LISP/lisp.html>
- 2) Абельсон Х., Сассман Д. Д. Структура и интерпретация компьютерных программ. М.: Добросвет, 2006. 608 с.
- 3) Филд А., Харрисон П. Функциональное программирование: Пер. с англ. – М.: Мир, 1993, 637 с.
- 4) Братко И. Программирование на языке Пролог для искусственного интеллекта. М.: Мир, 1990. 560 с.
- 5) Душкин Р.В. Функциональное программирование на языке Haskell – М.: ДМК Пресс, 2006.
- 6) Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. СПб.: «Невский диалект», 1999. 560 с.

### Дополнительная учебно-методическая литература

- 1) Хьюёнен Э., Сеппянен Й. Мир Лиспа. В 2-х т. Т.1: Введение в язык Лисп и функциональное программирование. М.: Мир, 1990. 447 с.
- 2) Steele G. L. Common Lisp the Language, 2nd ed. Digital Press, 1990. 1029 pgs.
- 3) Kelsey R., W. Clinger, J. Rees (eds.), Revised<sup>5</sup> Report on the Algorithmic Language Scheme, Higher-Order and Symbolic Computation, Vol. 11, No. 1, August, 1998.
- 4) Малпас Дж. Реляционный язык Пролог и его применение. М.: Наука, 1990. 464 с.
- 5) Бадд Т. Объектно-ориентированное программирование в действии. СПб.: Питер, 1997. 464 с.
- 6) Кауфман В. Ш. Языки программирования: концепции и принципы. М.: ДМК Пресс, 2010. 464 с.



### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.recyclebin.ru/BMK/LISP/lisp.html> и <http://cmc-msu-ai.github.io/haskell-course/> .

Для интерактивной проверки лисп-программ доступны браузеры:

- 1) <https://common-lisp.net>
- 2) <https://www.jdoodle.com/execute-clisp-online> , <https://tio.run> - браузеры для проверки лисп-программ
- 3) <http://www.schemers.org>
- 4) <http://www.swi-prolog.org/>
- 5) <http://al.cs.msu.ru/node/60> - учебно-методические материалы по языку Хаскель
- 6) <https://www.fpcomplete.com> , <http://tryhaskell.org/> - браузеры для проверки хаскель-программ

### **Материально-техническая база**

Для преподавания дисциплины требуется аудитория, оборудованная проектором, а также компьютерный класс с доступом к сети Интернет.

## **12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ**

Русский

## **13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ**

к.ф.- м.н., доцент Большакова Елена Игоревна

### Фонды оценочных средств

#### Список примерных вопросов для устного экзамена на промежуточной аттестации.

- 1) Основные парадигмы программирования. Взаимосвязь языков программирования и парадигм.
- 2) Императивное и императивно-процедурное программирование: ключевые особенности.
- 3) Особенности функционального программирования. Свойство функциональности и его следствия.
- 4) Особенности функционального программирования. Роль переменной.
- 5) Рекурсия. Виды рекурсии. Примеры.
- 6) Остаточная (хвостовая) рекурсия, ее свойства.
- 7) Язык Лисп: S-выражения, их структура, средства обработки.
- 8) Функционалы, их особенности и основные виды в языках Лис и Хаскель.
- 9) Лексическое и динамическое связывание в функциональных языках. Замыкание функционального аргумента.
- 10) Особенности и средства языков семейства Лиспа.
- 11) Язык Пролог: механизм сопоставления (унификация), бектрекинг.
- 12) Пролог: декларативная и процедурная семантика, особенности логических операций.
- 13) Инвертируемость и недетерминированность логических программ. Примеры.
- 14) Понятие каррирования. Встроенное каррирование в языке Хаскель и его применение в функционалах.
- 15) Язык Хаскель: полиморфные функции и типы. Классы типов.
- 16) Абстрактные типы данных в языке Хаскель.
- 17) Бесточечное (комбинаторное) программирование в языке Хаскель. Примеры.
- 18) Ленивые вычисления: достоинства и недостатки, применение для бесконечных структур данных.
- 19) Объектно-ориентированное программирование: абстракция и инкапсуляция.
- 20) Объектно-ориентированное программирование (ООП): виды полиморфизма.
- 21) Наследование в ООП. Абстрактные классы и интерфейсы.
- 22) Обобщенное программирование. Примеры.