

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Высшая школа информационных технологий и информационных систем



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талюцкий Д.А.



20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**

Функциональное программирование Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 09.03.03 - Прикладная информатика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Зиятдинов М.Т.

**Рецензент(ы):**

Таланов М.О.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Аблаев Ф. М.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Высшей школы информационных технологий и информационных систем:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 689511217

Казань  
2017

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) лаборант-исследователь Зиятдинов М.Т. НИЛ СВЧ проектирование и радиотелекоммуникации Институт физики , 1Mansur.Ziyatdinov@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения курса "Функциональное программирование" является формирование таких профессиональных компетенций, как знание функциональной парадигмы программирования, являющейся одной из мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий, способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения различных задач в функциональном стиле; применять современные технологии разработки программных комплексов, контролировать качество программных продуктов. В курсе даются определения различных вариантов лямбда-исчисления, примеры их применения. Разрабатываются интерпретаторы лямбда-исчисления

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 09.03.03 Прикладная информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Изучение курса основывается на изучении курсов "Программирование", "Информационные технологии и системы" и "Математическая логика"

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью принимать участие во внедрении, адаптации и настройке информационных систем

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- грамматики, определяющие абстрактный синтаксис термов бестипового лямбда-исчисления, типов лямбда-исчисления с простыми типами, типов лямбда-исчисления с рекурсивными типами;
- правила вычисления термов бестипового лямбда-исчисления;
- правила типизации термов лямбда-исчисления с простыми типами, лямбда-исчисления с рекурсивными типами;
- алгоритм Хиндли-Милнера вычисления наиболее общего типа;
- кодирование Чёрча чисел, булевых значений, списков;
- простые расширения лямбда-исчисления с простыми типами.

2. должен уметь:

- вычислять термы бестипового лямбда-исчисления;
- выводиться типы лямбда-исчисления с простыми типами и лямбда-исчисления с рекурсивными типами;
- применять простые расширения лямбда-исчисления с простыми типами;
- программировать интерпретаторы лямбда-исчисления.

3. должен владеть:

- теоретическими знаниями о вариантах лямбда-исчисления

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- выполнять решения простых задач в формализме лямбда-исчисления;

- строить интерпретаторы лямбда-исчисления.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение, бестиповые арифметические выражения	7	1-2	0	0	8	
2.	Тема 2. Вычисление, арифметические и булевы выражения	7	3-4	0	0	8	
3.	Тема 3. Бестиповое лямбда-исчисление	7	5-6	0	0	8	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Программирование на языке лямбда-исчисления	7	7-8	0	0	8	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Представление термов без использования имен	7	9-10	0	0	8	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Типизированные арифметические выражения	7	11-12	0	0	8	Контрольная работа Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Лямбда-исчисление с простыми типами	7	13-14	0	0	8	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Простые расширения лямбда-исчисления с простыми типами	7	15-16	0	0	8	Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Рекурсивные типы	7	17-18	0	0	8	Контрольная работа Письменное домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	72	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение, бестиповые арифметические выражения

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Термы. Синтаксис. Индукция на термах. Семантические стили. Вычисление, булевы выражения, нормальные формы. Реализация бестиповых арифметических выражений.

### Тема 2. Вычисление, арифметические и булевы выражения

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Вычисление. Одношаговое вычисление. Многошаговое вычисление. Реализация вычисления выражений.

### Тема 3. Бестиповое лямбда-исчисление

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Термы. Абстрактный и конкретный синтаксис. Переменные и метaperеменные. Область видимости. Операционная семантика, виды редукций. Реализация лямбда-исчисления.

### Тема 4. Программирование на языке лямбда-исчисления

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Функции с несколькими аргументами, каррирование. Булевские константы Чёрча. Пары. Числа Чёрча. Рекурсия. Реализация нескольких концепций на языке лямбда-исчисления.

### Тема 5. Представление термов без использования имен

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Термы и контексты. Индексы де Брауна. Сдвиг и подстановка. Вычисление. Изменение реализации лямбда-исчисления для использования индексов де Брауна.

### Тема 6. Типизированные арифметические выражения

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Отношение типизации. Теоремы о безопасности (безопасность = продвижение + сохранение). Реализация типизированных арифметических выражений.

### Тема 7. Лямбда-исчисление с простыми типами

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Типы функций. Отношение типизации. Свойства типизации. Типизируемость и стирание типов. Реализация лямбда-исчисления с простыми типами.

### Тема 8. Простые расширения лямбда-исчисления с простыми типами

#### лабораторная работа (8 часа(ов)):

Базовые типы. Единичный тип. Последовательное исполнение. Пары. Кортежи. Записи. Типы-суммы. Варианты. Рекурсия. Списки. Реализация нескольких концепций на языке лямбда-исчисления с простыми типами.

### Тема 9. Рекурсивные типы

#### лабораторная работа (8 часа(ов)):

Списки. "Жадные" функции. Поток. Объекты. Рекурсия. Реализация лямбда-исчисления с рекурсивными типами.

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Бестиповое лямбда-исчисление	7	5-6	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
4.	Тема 4. Программирование на языке лямбда-исчисления	7	7-8	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
5.	Тема 5. Представление термов без использования имен	7	9-10	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
6.	Тема 6. Типизированные арифметические выражения	7	11-12	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
7.	Тема 7. Лямбда-исчисление с простыми типами	7	13-14	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
8.	Тема 8. Простые расширения лямбда-исчисления с простыми типами	7	15-16	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
9.	Тема 9. Рекурсивные типы	7	17-18	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
	Итого				72	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Разбор конкретных ситуаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Введение, бестиповые арифметические выражения

### Тема 2. Вычисление, арифметические и булевы выражения

### Тема 3. Бестиповое лямбда-исчисление

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать интерпретатор бестипового лямбда-исчисления Примерные тесты для проверки:  
( $\lambda x.x$ )( $\lambda x.\lambda y.y$ ) ( $\lambda x.\lambda y.x$ )( $\lambda x.x$ )( $\lambda x.\lambda y.y$ ) ( $\lambda m.\lambda n.\lambda s.\lambda z.m (n s z) z$ ) ( $\lambda s.\lambda z.s (s (s z))$ ) ( $\lambda s.\lambda z.s (s z)$ ) ( $\lambda x.x x$ ) ( $\lambda x.x x$ )

### Тема 4. Программирование на языке лямбда-исчисления

домашнее задание , примерные вопросы:

Добавить к интерпретатору бестипового лямбда-исчисления расширения: - нумералы Чёрча - булевы константы Чёрча - кодирование списков

### Тема 5. Представление термов без использования имен

домашнее задание , примерные вопросы:

Добавить к интерпретатору реализацию индексов де Брауна Примерные тесты для проверки правильности перевода: ( $\lambda.0$ )( $\lambda.\lambda.0$ ) ( $\lambda.\lambda.1$ )( $\lambda.0$ )( $\lambda.\lambda.0$ ) ( $\lambda.\lambda.\lambda.\lambda.3 (2 1 0) 0$ ) ( $\lambda.\lambda.1 (1 (1 0))$ ) ( $\lambda.\lambda.1 (1 0)$ ) ( $\lambda.0 0$ ) ( $\lambda.0 0$ )

### Тема 6. Типизированные арифметические выражения

домашнее задание , примерные вопросы:

Реализовать интерпретатор типизированных арифметических выражений Примерные тесты для проверки: if iszero (succ 0) then succ (pred zero) else succ zero if iszero (succ 0) then false else succ zero

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Термы бестипового лямбда-исчисления 2. Правила вычисления бестипового лямбда-исчисления для одной из стратегий вычисления: полная редукция, нормальная стратегия, вычисление по имени, по значению. 3. Изменения в термах и правилах вычисления для одного из расширений бестипового лямбда-исчисления 4. Индексы де Брауна

### Тема 7. Лямбда-исчисление с простыми типами

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать интерпретатор лямбда-исчисления с простыми типами Примерные тесты для проверки: ( $\lambda x: A. A \rightarrow A. x$ )( $\lambda x: A.\lambda y: A.y$ ) ( $\lambda x: A. A \rightarrow A.\lambda y: A. A \rightarrow (A \rightarrow A) \rightarrow (A \rightarrow A).x$ )( $\lambda x: A. x$ )( $\lambda x: A.\lambda y: A. A \rightarrow A.y$ ) ( $\lambda x: A. A \rightarrow A. x$ ) ( $\lambda x: A. \lambda y: A. y$ )

### Тема 8. Простые расширения лямбда-исчисления с простыми типами

домашнее задание , примерные вопросы:

Добавить к интерпретатору лямбда-исчисления с простыми типами расширения: - типы-произведения, кортежи, записи - типы-суммы, типы-варианты - рекурсия - списки

### Тема 9. Рекурсивные типы

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать интерпретатор лямбда-исчисления с рекурсивными типами Примерные тесты для проверки: Stream =  $\mu A. Unit \rightarrow \{Nat, A\}$ ; upfrom0 = fix ( $\lambda f: Nat \rightarrow Stream. \lambda n: Nat. \lambda \_ : Unit. \{n, f (succ n)\}$ ) 0

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Термы лямбда-исчисления с простыми типами 2. Правила вычисления лямбда-исчисления с простыми типами 3. Теоремы о нормализации 4. Расширения лямбда-исчисления с простыми типами: типы-суммы, кортежи, записи, суммы, варианты

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:



1. Нормальная форма. Теоремы о связи значений и нормальных форм (для бестиповых арифметических выражений). Единственность нормальных форм
2. Определите терм бестипового лямбда-исчисления для возведения числа в степень
3. Напишите функцию, которая по заданному списку возвращает максимум произведений соседних элементов
4. Представление термов без использования имён (индексы де Брауна). Термы и контексты. Сдвиг и подстановка. Вычисление
5. Определите логические функции `or` (или) и `not` (не), действующие на булевские константы Чёрча
6. Выразите функцию `map` через функцию `foldl`
7. Лемма о сохранении типов при подстановке в лямбда-исчислении с простыми типами. Теорема о сохранении
8. Напишите функцию `equal`, которая проверяет два числа на равенство и возвращает Чёрчеву булевскую константу
9. Напишите функцию, которая по заданному списку возвращает список произведений соседних элементов
10. Теорема Кнастера-Тарского. Индукция и коиндукция
11. Создайте поток (`Stream`), выдающий последовательности чисел Фибоначчи
12. Напишите функцию, подсчитывающую, сколько раз встречается каждый символ в строке, и возвращающую список пар символ-количество

### 7.1. Основная литература:

1. Теория и практика логического программирования на языке Visual Prolog 7 [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Цуканова Н.И., Дмитриева Т.А. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201940.html>
2. Основы алгоритмизации и программирования: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 416 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0279-0, 1000 экз.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=336649>
3. Алгоритмизация и программирование : Учебное пособие / С.А. Канцедаль. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 352 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0355-1, 1000 экз.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=391351>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Масленникова, О. Е. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. Е. Масленникова, И. В. Гаврилова. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2013. - 282 с. - ISBN 978-5-9765-1602-1.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=465912>
2. Введение в специальность программиста: Учебник / В.А. Гвоздева. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 208 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0297-4, 500 экз.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=251565>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Beginners Mailing List archives - <https://www.haskell.org/pipermail/beginners/>  
FP Complete school - <https://www.fpcomplete.com/school>  
Hackage - <http://hackage.haskell.org/>



Haskell Center - <https://www.fpcomplete.com/business/haskell-center/overview/>

Haskell Wiki - <https://www.haskell.org/haskellwiki/Haskell>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Функциональное программирование" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Лекционная аудитория

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 09.03.03 "Прикладная информатика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Зиятдинов М.Т. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Таланов М.О. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.